ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 MARS 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Méthodes pour la recherche des particules lumineuses mêlées aux gaz de la chromosphère et des protubérances solaires. Application pendant l'éclipse de* 1905. Note de M. **H. Deslandres.**

La chromosphère solaire et les protubérances qui s'en détachent sont encore imparfaitement connues; la matière qui les constitue n'est pas encore complètement déterminée. Cette assertion peut surprendre au premier abord, car les protubérances ont été l'objet de recherches extrêmement nombreuses dans toutes les éclipses antérieures et surtout en dehors des éclipses, grâce aux méthodes spectrales qui assurent leur reconnaissance journalière depuis près de 40 ans.

Les recherches antérieures, il est vrai, ont porté presque exclusivement sur les gaz et vapeurs des protubérances, alors que, probablement, les particules incandescentes en suspension, liquides ou solides, entrent aussi dans leur composition et pour une part notable. Dans l'étude spectrale, les raies fines très brillantes des gaz les décèlent facilement, presque aussi bien en dehors des éclipses que pendant l'éclipse elle-même; mais le spectre continu, qui annonce les particules, plus difficile à reconnaître et à isoler, échappe dans la très grande majorité des cas. A ce sujet, j'écrivais en 1893 (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 1054) : « La couronne qui entoure de tous côtés la chromosphère offre un spectre continu intense dans les parties basses. La chromosphère présente aussi peut-être un spectre continu; mais, sur ce point, il est difficile de décider, puisque la lumière

de la chromosphère traverse la couronne. » Je rappelais en même temps l'observation photographique faite par moi en mars 1892, à Paris, d'un spectre continu intense qui était émis par une belle protubérance et se détachait bien sur le spectre continu à raies noires de notre ciel (*Comptes rendus,* t. CXV, p. 783). Mais le cas cité est exceptionnel; ce qu'il faut rechercher, c'est l'état des choses dans le cas général.

Le rôle des particules dans l'atmosphère terrestre est considérable ; il peut être au moins aussi grand dans l'atmosphère solaire et, en effet, c'est à ces particules que plusieurs auteurs rapportent, en grande partie, l'absorption exercée par l'atmosphère solaire et aussi les variations brusques de cette absorption, constatées récemment par Langley, variations qui nous importent au plus haut degré, puisqu'elles impliquent des variations correspondantes de la chaleur totale reçue par notre terre. La question du spectre continu émis par les protubérances a donc une réelle importance. Or, les éclipses totales offrent des conditions favorables à la recherche de ce spectre continu, car la lumière de notre ciel, dont le spectre continu se superpose au précédent et le masque en temps ordinaire, disparaît pendant la totalité. On peut s'étonner que les observateurs d'éclipses continuent toujours à porter leurs efforts sur la partie gazeuze seule, qui apparaît alors, il est vrai, plus brillante et plus étendue.

De mon côté, dans l'éclipse dernière, j'ai abordé la recherche du spectre continu par une méthode nouvelle qui a donné des résultats intéressants. Le problème, envisagé directement, se pose de la manière suivante : les protubérances émettent-elles un spectre continu et dans quelle proportion, par rapport à la lumière totale, ou par rapport à la lumière des gaz? La réponse est difficile à cause de la superposition du spectre continu émis par la couronne. Aussi convient-il de poser le problème autrement. Les protubérances émettent-elles un spectre continu plus intense, aussi intense ou moins intense que les régions voisines de la couronne ?

J'exposerai successivement les résultats antérieurs qui se rapportent plus ou moins au sujet, les méthodes et appareils employés par moi dans la dernière éclipse et les résultats obtenus.

Recherches antérieures. — Dans les éclipses de 1870, 1882, 1883, 1886, Tacchini a reconnu que souvent les protubérances, pendant la totalité, apparaissaient plus hautes et plus larges qu'en dehors de l'éclipse et qu'elles offraient des colorations variables du rouge vif au blanc rose; même, en 1886, il a signalé une protubérance très haute, appelée par lui *blanche* à cause de sa couleur et non visible après l'éclipse, car elle ne donnait pas le spectre de l'hydrogène; par contre elle émettait fortement les raies H et

K du calcium et un spectre continu [1]. On peut objecter cependant qu'elle est une simple masse coronale qui aurait entraîné des vapeurs de la chromosphère, comme il arrive parfois à l'époque du maximum des taches.

La même objection ne s'applique pas à la protubérance du 3 mars 1892 dont il a été question plus haut, observée en dehors d'une éclipse, car elle émettait avec force à la fois les raies de l'hydrogène et du calcium, des raies métalliques et un spectre continu.

Au même moment Fenyi et Hale ont signalé des faits analogues et l'on a pu penser que les protubérances éruptives, tout au moins, étaient riches en particules.

Dans l'éclipse de 1900 (Mémoires des spectroscopistes italiens, vol. 29), Tacchini et Riccò ont observé et dessiné deux protubérances voisines très curieuses (angle de position 236°), qui étaient roses, mais offraient sur leur pourtour un liséré blanc et à leur sommet des aigrettes d'un blanc très vif. Ils n'ont pas reconnu d'une manière spéciale le spectre de cette protubérance. Heureusement j'ai pu combler la lacune avec mes propres observations. J'avais organisé en 1900 deux chambres prismatiques en spath et quartz qui donnent tout le spectre lumineux et ultra-violet. Les quatre épreuves de la couronne, obtenues avec l'aide de Millochau, montrent les raies de l'hydrogène et du calcium, des raies métalliques et un spectre continu émis par cette protubérance.

Mais on n'a pu décider si le spectre continu est dû aux parties roses ou blanches de la protubérance; l'image solaire est petite et surtout la chambre prismatique convient mal pour cette recherche spéciale, car elle réunit et confond les spectres de points de la couronne situés en ligne droite.

Recherches de la dernière éclipse. — Pour l'éclipse de 1905, j'ai cherché des moyens d'investigation plus parfaits. Il faut pouvoir comparer nettement les spectres continus des protubérances et de la couronne et préciser les points de la protubérance qui émettent le spectre continu. Le spectroscope ordinaire à fente convient à certains égards; mais il donne la réponse seulement pour une petite section et il doit être écarté à cause de la faible durée de l'observation.

J'ai adopté la méthode suivante, indiquée déjà dans le Rapport préliminaire de septembre 1905 (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 517), laquelle peut donner rapidement le résultat désiré : on fait simplement des photographies de l'anneau solaire, mais avec des écrans colorés qui arrêtent toutes les radiations gazeuses des protubérances ou, au moins, toutes les radiations permanentes [2]. L'image est alors formée par les spectres continus

---

(1) Hale a publié un Mémoire très complet sur les observations de Tacchini et les protubérances blanches dans l'*Astrophysical Journal*, vol. III p. 374.

(2) J'ai déjà recommandé et employé dans l'éclipse de 1900 (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 296) des écrans colorés pour la photographie de la couronne; mais les écrans étaient rouges ou jaunes et avaient un autre but. Ils devaient favoriser la dé-

à comparer. Mais, comme des raies métalliques protubérantielles peuvent aussi intervenir, j'emploie simultanément des chambres prismatiques ou à réseau qui décèlent leur présence et leur intensité.

Les écrans sont formés par une couche de gélatine colorée, placée entre deux verres, d'après le procédé de Monpillard. Ils sont semblables aux écrans employés avec succès par Ritchey et Hartmann pour la photographie de la Lune et des nébuleuses. Avec les nombreuses matières colorantes actuelles, il semble possible d'avoir un écran qui soit transparent seulement pour une petite région déterminée du spectre. Mais la recherche est longue et je me suis contenté d'écrans verts trouvés dans le commerce qui ont leur maximum de transparence environ pour la radiation coronale λ 530 et ont été employés par d'autres observateurs pour avoir une image de la couronne presque monochromatique. Pour le but spécial que je poursuivais, j'ai fait faire des écrans colorés par la même substance, mais plus clairs transparents de λ 500 à λ 585 et encore opaques pour toutes les radiations permanentes des protubérances [1].

Pendant l'éclipse, les photographies avec écran (diamètre de l'image solaire 70^{mm}) ont été faites avec le concours de Blum, instituteur à Paris, qui s'est joint à ma mission comme volontaire. Les détails de l'appareil et de l'observation seront résumés dans une Note, en collaboration avec Blum, qui sera prochainement publiée.

Deux chambres à réseau, confiées à Kannapell, avaient été organisées en même temps et donnaient l'une la partie est-ouest, l'autre la partie nord-sud de la couronne. Les détails en seront publiés ultérieurement.

Le jour de l'éclipse, le temps n'a pas été favorable; les nuages ont masqué les deuxième et troisième contacts; dans l'intervalle, heureusement, au milieu de la totalité longue de $3^{m}45^{s}$, une petite éclaircie d'une minute s'est produite et a permis de faire deux épreuves de l'anneau solaire avec écrans colorés et deux épreuves spectrales avec les chambres à réseau.

---

couverte des rayons coronaux les plus longs, en diminuant l'intensité relative de la lumière de notre ciel, très riche en rayons bleus et violets.

[1] Ces écrans verts ont l'inconvénient de laisser passer la radiation gazeuse coronale λ 530; ce qui introduit un trouble dans la comparaison entre les masses coronales et chromosphériques à spectre continu. Mais la raie coronale est faible tout près de la chromosphère, et les autres rayons qui traversent l'écran occupent une large étendue du spectre total.

Récemment j'ai fait dans le laboratoire des essais sur d'autres écrans, bleus et indigos, qui n'ont pas cet inconvénient.

Les photographies avec écran, pour être bien interprétées, doivent être comparées à des photographies ordinaires sans écran, que le mauvais temps ne nous a pas permis de faire. Mais cette lacune a été comblée grâce à de la Baume-Pluvinel, qui a mis aimablement à notre disposition de magnifiques épreuves ordinaires (diamètre du Soleil 120^{mm}) obtenues par lui à Alcala de Chisvert, 9 minutes après les nôtres.

Sur nos épreuves, le beau groupe de protubérances du Nord-Est (de l'angle de position A. P. 78° à A. P. 102°) offre des particularités curieuses, bien que sa base soit un peu couverte par la Lune. Les images protubérantielles, privées de leurs radiations gazeuses permanentes, y sont beaucoup moins étendues en largeur et hauteur que les images correspondantes formées avec l'ensemble des rayons. Ainsi la protubérance la plus haute (A. P. 84°) s'élève à 70″ d'arc sur l'épreuve d'Alcala, et au plus à 45″ sur la nôtre. L'épreuve avec écran présente seulement du côté de la base de la protubérance et vers le Nord une série de petits noyaux très brillants dont l'entourage immédiat n'est pas plus lumineux que les régions coronales voisines. L'éclat de ces noyaux tient surtout à l'émission d'un spectre continu, car le spectre de la protubérance obtenu de $\lambda 415$ à $\lambda 445$ sur une épreuve de la chambre à réseau offre un spectre continu assez intense et seulement deux raies fines qui sont la raie permanente H_γ et une raie métallique faible vers $\lambda 422$.

La même conclusion est fournie plus nettement encore par de très beaux spectres de la couronne, aimablement communiqués par le Dr Lockyer, et obtenus à Palma, du jaune au violet, vers la fin de la totalité, avec une grande chambre prismatique de 2^m et à trois prismes.

Ces résultats sont confirmés aussi à certains égards par les observations oculaires d'Esquirol (voir la Note ci-dessous, p. 757) qui a reconnu dans chaque protubérance du Nord-Est un dichroïsme allant du rouge au blanc sale. D'autre part, Riccò m'a écrit que le dichroïsme noté par lui dans ces mêmes protubérances variait du rouge au violet.

En résumé, ces protubérances du Nord-Est, au moins près de leur base, émettaient un spectre continu plus intense que la couronne et étaient plus riches en particules brillantes. De plus, autant que je puis juger par les observations parvenues à ma connaissance, elles n'étaient pas éruptives, à proprement parler, ou fortement éruptives, et la propriété d'avoir une forte proportion de particules peut être plus générale dans les protubérances qu'on ne l'a cru jusqu'alors. La répartition relative des amas de particules et des diverses vapeurs paraît aussi variable suivant les protubé-

rances ou suivant les phases de leur évolution [1]. Les observations sont encore trop peu nombreuses pour permettre de poser des conclusions.

La recherche devra seulement être poursuivie dans les éclipses futures et avec des moyens plus puissants, de manière à embrasser non seulement toutes les protubérances visibles, mais la chromosphère proprement dite.

Une organisation complète comprendra une lunette de 10^m environ ou plusieurs lunettes semblables, qui auraient, d'une part, des prismes à vision directe mobiles autour de l'axe optique, faciles à placer sur le trajet du faisceau ou à retirer, et d'autre part des écrans colorés capables d'arrêter non seulement les radiations permanentes de la chromosphère, mais les raies métalliques les plus fortes. On aurait ainsi trois séries d'images, de même diamètre, orientées de la même manière et donc bien comparables, à savoir : 1° l'image ordinaire formée par la réunion des gaz et des particules; 2° l'image des gaz séparés des particules dans le spectre; 3° l'image des particules seules. La dernière image, qui est nouvelle, donnera les indications les plus utiles sur les relations de la chromosphère et de la couronne.

ZOOLOGIE. — *Suite aux observations sur les* Gennadas *ou Pénéides bathypélagiques*. Note de M. E.-L. Bouvier.

Si les *Gennadas* diffèrent des *Benthesicymus* par leur habitat, ils s'en distinguent aussi par des caractères morphologiques de haute importance.

Dans les *Benthesicymus*, l'angle antennaire n'existe pas, l'épine branchiostégale atteint un fort développement, et le rostre présente ordinairement une longueur assez grande, peu de hauteur avec une armature de plusieurs dents. Chez les *Gennadas*, au contraire, il y a ordinairement un angle antennaire, une épine branchiostégale réduite, un rostre haut, court et unidenté.

Chez les *Benthesicymus*, la saillie dorsale des pédoncules oculaires est courte et obtuse, les deux derniers articles des pédoncules antennulaires sont réduits et normalement articulés, le palpe des mâchoires antérieures

---

(1) Les amas de particules sont dus soit à des projections issues des couches basses, soit à des condensations locales. Les vapeurs peuvent se condenser successivement, les moins volatiles d'abord près de la base, comme en 1905, les autres plus tard et près des bords de la protubérance, comme en 1900.

est peu dilaté à la base, celui des mâchoires postérieures est dépourvu de prolongement terminal différencié, enfin les laccinies de ces derniers appendices se composent de lobes de même longueur. Dans les *Gennadas*, d'autre part, il y a un fort tubercule oculaire aigu ou subaigu, le dernier article des pédoncules antennulaires se fait remarquer par sa longueur et son articulation spéciale, le palpe des mâchoires antérieures est dilaté vers le bas, celui des mâchoires suivantes a un prolongement distal fort évident, enfin le lobe antérieur de la laccinie interne des mêmes appendices est ordinairement plus court que les autres.

Les pattes mâchoires nous offrent des différences encore plus grandes. Dans celles de la première paire, l'exopodite se termine en fouet chez les *Benthesicymus*, l'endopodite ne présente pas d'article intermédiaire bien séparé et les soies antérieures de son article basilaire ne sont pas ou sont peu différenciées en crochet. Le même genre se distingue en outre par la faible largeur du méropodite des pattes-mâchoires intermédiaires, par les deux soies spiniformes qui terminent cet appendice, par la longueur et la gracilité des pattes-mâchoires postérieures, enfin par le grand développement de l'exopodite de ces deux paires d'appendices. S'agit-il des *Gennadas*, au contraire, il n'y a plus de fouet à l'extrémité de l'exopodite des pattes-mâchoires antérieures, l'endopodite du même appendice est muni d'un article intermédiaire fort net avec quelques soies ordinairement différenciées en crochet, sur le bord interne de l'article précédent. Les pattes-mâchoires de la deuxième paire se font remarquer par l'aplatissement et la saillie lamelleuse antérieure de leur méropodite, et par la soie spiniforme unique de leur dactylopodite; enfin les pattes-mâchoires de la paire postérieure sont relativement plus courtes et largement foliacées dans la partie qui correspond à leur ischiopodite et à leur méropodite.

Cet élargissement et cette réduction en longueur caractérisent également les pattes des trois premières paires des *Gennadas*, le carpe étant plus court ou médiocrement plus long que les pinces, du moins dans celles des deux premières paires. Tandis que les mêmes appendices des *Benthesicymus* présentent des caractères inverses. Au surplus, dans ce dernier genre, les pattes des deux paires postérieures sont plus longues et plus grêles, et parfois même (*B. moratus*, S.-I. Smith, *B. longipes*, E.-L. Bouvier) singulièrement plus longues et plus grêles que dans les *Gennadas*.

On peut ajouter que les *Benthesicymus* ont les pléopodes bien plus allongés que les *Gennadas*, avec le petasma et le thelycum plus réduits et beaucoup moins complexes.

Certains de ces caractères doivent être rapportés à l'évolution générale de ces Pénéides, les autres à l'adaptation au genre de vie bathypélagique. Parmi ces derniers, il convient d'accorder la première place à l'élargissement foliacé de la plupart des appendices thoraciques, et au grand développement des soies plumeuses qui garnissent le bord interne de ces appendices, surtout l'ischiopodite et le méropodite. Un revêtement de soies analogues s'observe chez les *Acanthephyra* qui, dans le groupe des Crevettes vraies ou Carides, présentent le même habitat que les *Gennadas*.

Il nous reste maintenant à indiquer la manière dont s'est produit le passage des *Benthesicymus* aux *Gennadas* et, dans ce but, nous devons donner d'abord le Tableau synoptique des diverses espèces de *Gennadas* capturées dans l'Atlantique oriental par les expéditions françaises et monégasques. Ces espèces sont au nombre de six, dont cinq font partie du matériel des campagnes monégasques (*G. Alicei, G. elegans, G. Tinayrei, G. valens, G. scutatus*) et deux seulement des récoltes du *Travailleur* et du *Talisman* (*G. valens, G. Talismani*).

Les caractères différentiels de ces espèces sont relevés dans le Tableau suivant :

A. — *Méropodite des pattes 3 aussi long et même ordinairement plus long que le carpe.*

Pinces des pattes 2 égalant au plus les $\frac{2}{3}$ du carpe; pas d'angle antennaire, rostre régulièrement triangulaire; deuxième article des antennules égalant presque le troisième; deuxième article des palpes mandibulaires plus long que la largeur du premier .... *G. Alicei* n. sp. (Atlantique oriental).

Pinces des pattes 2 un peu plus courtes que le carpe; un angle antennaire large et obtus; le deuxième article des pédoncules antennulaires égale au plus, dorsalement, la moitié de la longueur du troisième; le deuxième article des palpes mandibulaires n'est pas plus long que la largeur du premier.. *G. elegans* S.-I. Smith. (Atlantique, Méditerranée).

Pinces des pattes 2 un peu plus longues ou aussi longues que le carpe; angle antennaire peu large, mais aigu et très saillant; le deuxième article des pédoncules antennulaires égale la moitié du troisième; le deuxième article des palpes mandibulaires notablement plus court que la largeur du premier............................... *G. scutatus* n. sp. (Atlantique).

B. — *Méropodite des pattes 3 plus court que le carpe.*

Pinces des pattes 2 un peu plus courtes que le carpe; angle antennaire large et subaigu; deuxième article des pédoncules antennulaires plus long que la moitié du troisième.	Deuxième article des pédoncules antennulaires égalant à peu près les trois quarts de la longueur du troisième; saillie antérieure du méropodite des pattes-mâchoires intermédiaires plus grande que le tiers de la longueur totale de l'article	*G. valens* S.-I. Smith. (Atlantique).
	Deuxième article des pédoncules antennulaires dépassant à peine la moitié de la longueur du troisième; saillie antérieure du méropodite des pattes-mâchoires intermédiaires plus courte que le tiers de la longueur de l'article. .	*G. Talismani* n. sp. (Atlantique oriental).
Pinces des pattes 2 au moins aussi longues que le carpe; angle antennaire peu large, mais aigu et très saillant; deuxième article des pédoncules antennulaires à peine plus court que la moitié du troisième; deuxième article des palpes mandibulaires beaucoup plus long que la largeur du premier; saillie antérieure du méropodite des pattes-mâchoires intermédiaires plus grande que le tiers de la longueur de l'article......................		*G. Tinayrei* n. sp. (Atlantique oriental).

Cette dernière espèce est dédiée à mon ami, M. Tinayre, le distingué peintre de la *Princesse-Alice*.

Quand on compare les six espèces relevées dans le Tableau précédent, on voit qu'elles forment deux séries évolutives : l'une avec le *G. Alicei*, le *G. elegans*, le *G. scutatus* et le *G. Tinayrei*, l'autre avec le *G. elegans*, le *G. Talismani* et le *G. valens*. Dans chacune de ces deux séries, on s'éloigne progressivement des *Benthesicymus*, la forme la plus voisine de ce dernier genre étant le *G. Alicei* qui, par la forme régulièrement triangulaire de son rostre non acuminé, par ses pattes-mâchoires longues et médiocrement élargies, par la longueur relative des divers articles de ses pattes, par le développement de ses pléopodes et par l'absence de tout angle antennaire, se rapproche manifestement des *Benthesicymus*.

Le petasma des mâles et le thelycum des femelles sont fort différents

dans les six espèces dont ils constituent les caractères les plus typiques [1]; or l'un de ces organes sexuels, le petasma, dans sa différenciation évolue parallèlement aux autres organes, et c'est encore dans le *G. Alicei* qu'il se présente sous sa forme la plus simple, avec des caractères de *Benthesicymus* très prononcés.

Le *G. carinatus* S. I. Smith se rapproche vraisemblablement encore davantage de ce dernier genre, car il présente une carène dorsale sur les segments abdominaux 3 à 6, des pléopodes très allongés et de petits exopodités à la base des pattes, ce qui est un caractère du *B. moratus* S. I. Smith et du *B. longipes* E.-L. Bouvier. Mais cette espèce ne m'est connue que par les brèves diagnoses des auteurs et il convient de se borner à la suggestion précédente.

En tous cas, il résulte des faits relevés dans cette Note et dans la précédente [2] : 1° que les *Gennadas* sont nettement bathypélagiques et ne descendent pas à demeure sur les grands fonds; 2° qu'ils ne remontent pas à la surface pour la ponte où pourtant ils subissent leur évolution ainsi que l'ont montré MM. Monticelli et Lo Bianco; 3° qu'ils dérivent des *Benthesicymus* par adaptation à l'existence bathypélagique et qu'ils se rattachent à ces derniers par l'intermédiaire du *G. carinatus* et du *G. Alicei*.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur les quasi-ondes de choc au sein d'un fluide bon conducteur de la chaleur.* Note de M. P. DUHEM.

Si un fluide est bon conducteur de la chaleur, une quasi-onde de choc qui se propage au sein de ce fluide ne saurait être le siège d'une variation très rapide de la température [3]; au travers de cette quasi-onde, la température éprouve seulement une variation de l'ordre de h. L'inégalité que nous avons obtenue dans une Note précédente [4] devient

---

(1) Dans le *G. scutatus*, le thelycum comprend, comme pièce principale, une grande lame ovalaire qui s'avance librement entre la base des pattes III et IV.

(2) E.-L. BOUVIER, *Sur les* Gennadas *ou Pénéides bathypélagiques* (*Comptes rendus*, t. CXLII, 19 mars 1906, p. 686).

(3) *Sur les quasi-ondes de choc et la distribution des températures en ces quasi-ondes* (*Comptes rendus*, t. CXLII, 5 février 1906, p. 324).

(4) *Sur une inégalité importante dans l'étude des quasi-ondes* (*Comptes rendus*, t. CXLII, 26 février 1906, p. 491).

alors

$$(1) \qquad k(\rho_0, T)\frac{\partial T}{\partial n_0} + k(\rho_1, T)\frac{\partial T}{\partial n_1} + \mathfrak{V} R \Theta[\sigma(\rho_1, T) - \sigma(\rho_0, T)] < 0.$$

On sait que la fonction $\sigma(\rho, T)$ est une fonction décroissante de ρ si, sous pression constante, le fluide se dilate par une élévation de température et que, s'il se contracte, $\sigma(\rho, T)$ est une fonction croissante de ρ. L'inégalité (1) entraîne alors les conséquences suivantes :

Chaque élément de la quasi-surface qui correspond à la quasi-onde dégage sûrement de la chaleur, au sein d'un fluide dilatable par élévation de température, si la densité est plus forte en amont de la quasi-onde qu'en aval, et au sein d'un fluide qui se contracte par élévation de température, si la densité est plus forte en aval qu'en amont.

Nous avons considéré jusqu'ici des quasi-ondes de choc où $\mathfrak{V}$ avait une valeur finie. Nous pouvons supposer maintenant que, dans toute l'épaisseur de la quasi-onde, $\mathfrak{V}$ soit une quantité très petite de l'ordre de h; nous aurons affaire à une *quasi-surface de glissement de deux masses fluides l'une sur l'autre.*

$\mathfrak{V}$ étant, dans ce cas, une quantité très petite de l'ordre de h, notre inégalité fondamentale devient

$$(2) \qquad k(\rho_0, T_0)\frac{\partial T_0}{\partial n_0} + k(\rho_1, T_1)\frac{\partial T_1}{\partial n_1} < 0.$$

Si le fluide est bon conducteur de la chaleur, cette inégalité nous enseigne que *chaque élément de la quasi-surface de glissement est le siège d'un dégagement de chaleur.*

Si le fluide est mauvais conducteur de la chaleur, en sorte que le coefficient de conductibilité $k(\rho, T)$ soit une quantité très petite de l'ordre de h, l'inégalité précédente constitue une impossibilité; le premier membre, en effet, ne doit pas être une quantité très petite de l'ordre de h et, hors de la quasi-onde, les quantités $\frac{\partial T_0}{\partial n_0}$, $\frac{\partial T_1}{\partial n_1}$ ne peuvent pas être des quantités très grandes de l'ordre de $\frac{1}{h}$.

Si donc un fluide très peu visqueux est, en même temps, très peu conducteur de la chaleur, on ne saurait y observer d'une manière persistante une couche très mince telle que les deux masses fluides, de températures différentes, séparées par cette couche semblent glisser l'une sur l'autre.

On sait que Helmholtz avait fondé sa théorie météorologique sur la considération de surfaces le long desquelles deux masses d'air, portées à

des températures différentes, glissent l'une sur l'autre. L'existence de telles surfaces de glissement apparaît comme admissible si l'on suppose l'air rigoureusement dénué de conductibilité et de viscosité. Mais, si l'on veut regarder l'air comme doué d'une faible conductibilité et d'une faible viscosité, il paraît impossible de garder la manière de voir de Helmholtz.

En notre précédente Note *Sur les quasi-ondes de choc au sein des fluides mauvais conducteurs de la chaleur* [1], un théorème a été omis; ce théorème, auquel il est deux fois fait allusion dans cette même Note, doit prendre place aussitôt après celui-ci : *Les égalités* (1) *donnent toujours des valeurs réelles pour* φ_0, φ_1, *tant que* ρ_1 *est suffisamment voisin de* ρ_0.

Voici ce théorème :

Si $\frac{dS(\rho_1)}{d\rho_1}$ *s'annule*, $\frac{dP(\rho_1)}{d\rho_1}$ *est positif*.

L'identité (8) nous donne en effet

$$\frac{dP(\rho_1)}{d\rho_1} = 2\rho_1\frac{\partial\zeta_1}{\partial\rho_1} + \rho_1^2\frac{\partial^2\zeta_1}{\partial\rho_1^2} - E\rho_1^2\frac{dS(\rho_1)}{d\rho_1}\frac{d\Theta(\rho_1)}{d\rho_1} - \rho_1^2\frac{\partial^2\zeta_1}{\partial T_1^2}\left[\frac{d\Theta(\rho_1)}{d\rho_1}\right]^2.$$

Si l'on a

$$\frac{dS(\rho_1)}{d\rho_1} = 0,$$

cette égalité se réduit à

$$\frac{dP(\rho_1)}{d\rho_1} = 2\rho_1\frac{\partial\zeta_1}{\partial\rho_1} + \rho_1^2\frac{\partial^2\zeta_1}{\partial\rho_1^2} - \rho_1^2\frac{\partial^2\zeta_1}{\partial T_1^2}\left[\frac{d\Theta(\rho_1)}{d\rho_1}\right]^2.$$

Selon les inégalités (5) et (6) de la Note en question, le second membre est assurément positif.

De même, *si* $\frac{dP(\rho_1)}{d\rho_1}$ *est nul*, $\frac{dS(\rho_1)}{d\rho_1}$ *a le signe de* $(\rho_0 - \rho_1)$, en vertu des égalités (1) et (11).

GÉOLOGIE. — *Sur le bassin oligocène de l'Ebre et l'histoire tertiaire de l'Espagne*. Note de MM. **Ch. Depéret** et **L. Vidal**.

L'histoire géologique tertiaire de l'Espagne était caractérisée, dans les vues actuelles, par l'existence de grands lacs d'eau douce d'âge miocène. Les principaux de ces bassins lacustres, ceux de la *Nouvelle-Castille* et de la

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLII, 12 mars 1906, p. 612.

Vieille-Castille occupent des dépressions du plateau de la Meseta ; tandis que le vaste *bassin de l'Ebre* constitue une cuvette triangulaire comprise entre la Meseta, les Pyrénées et le massif ancien du littoral méditerranéen. Les grandes lagunes oligocènes qui ont couvert de leurs dépôts saumâtres les dépressions du Plateau Central français et de la Bohême paraissaient ne pas avoir envahi le massif ibérique, dont la structure et l'histoire formaient ainsi un étrange contraste avec celle des autres massifs hercyniens de l'Europe centrale.

La détermination d'âge miocène des dépôts lacustres espagnols ne reposait, il est vrai, que sur des données assez précaires. Les Mollusques y sont rares et d'une détermination délicate et l'opinion des géologues paraît avoir été surtout entraînée par la présence, auprès de Madrid, à Valladolid et à Coucud, de gîtes fluvio-lacustres contenant l'*Hipparion gracile*, le *Mastodon longirostris* et d'autres animaux de la faune miocène supérieure ou pontique. On avait ainsi englobé dans le Miocène tout un vaste ensemble de dépôts laguno-lacustres, dont la majeure partie ou même parfois la totalité est certainement oligocène, comme nous allons le démontrer d'abord pour le bassin de l'Ebre.

Entre les Pyrénées et le bord de la Meseta, les dépôts tertiaires laguno-lacustres occupent une grande partie des provinces de Burgos, de Saragosse et d'Huesca et pénètrent en Catalogne par la province de Lérida, d'où ils s'étendent à l'Est à travers les provinces de Tarragone, de Barcelone et de Gerone jusqu'au contact du massif ancien du littoral catalan. Nous avons étudié spécialement la moitié orientale de cet immense bassin.

Une ceinture de terrains *éocènes* entoure et délimite la cuvette oligocène sous laquelle ces terrains plongent de toutes parts d'une manière régulière. L'*Eocène inférieur* est à l'état de poudingues et de marnes rouges à *Bulimus gerundensis*. La transgression marine débute avec le *Lutécien* ou peut-être avec le sommet du *Londinien :* on observe de bas en haut des *calcaires à Alvéolines* qui ne sont pas constants, puis des *couches à Nummulites* où l'on peut distinguer un niveau inférieur à *N. crassus* (*perforatus*) et un niveau supérieur à *N. biarritzensis*. En plusieurs points de la bordure, surtout au mont Serrat, les couches nummulitiques marines sont envahies par de grands amas de poudingues, d'origine torrentielle, qui prédominent de plus en plus à la partie supérieure et finissent par constituer, au sommet de l'*Eocène moyen* et à la base de l'*Eocène supérieur*, une puissante cuirasse caillouteuse plus ou moins continue, qui n'est autre chose que le *poudingue de Palassou* des Pyrénées françaises.

Sur ce poudingue, et en concordance parfaite, on observe la série suivante, dont les différentes couches plongent vers le centre de la cuvette sous des angles de plus en plus faibles et deviennent tout à fait horizontales dans la partie centrale vers Lérida et à l'Ouest.

1° *Étage ludien supérieur.* — Couches marno-gypseuses, avec importants amas de gypse à Copons, Cubells, ravin dels Ars, etc. La position stratigraphique paraît être celle du gypse de Paris, mais la preuve paléontologique fait encore défaut.

2° *Étage sannoisien.* — Très puissant étage où l'on distingue les horizons suivants :

a. Calcaires en plaquettes à *Cyrena semistriata.*

b. Horizon de Calaf à *faune de Ronzon.* Les calcaires lignitifères exploités à Calaf contiennent : *Ancodus Aymardi*, *Diplobune minor* et des Mollusques saumâtres : *Striatella Nysti*, *Melanoïdes albigensis*, *M. occitanicus*, *Vivipara soricinensis*, c'est-à-dire la faune des calcaires à Striatelles du Gard. Au même niveau appartiennent les lignites d'Almatret (prov. de Lérida) avec *Nystia Duchasteli*, *Limnœa* aff. *longiscata*, *Planorbis cornu*, *Pl. polycymus*, Crocodiles, *Trionyx;* et plus à l'Ouest les lignites de Mequinenza et Fayon (prov. de Saragosse).

c. Horizon de Tarrega à *Brachyodus Cluai.* Les couches de Calaf sont surmontées par une épaisse série de mollasses et de marno-calcaires où l'on observe en plusieurs points *Melanoïdes albigensis* et *Limnœa longiscata.* C'est dans la partie supérieure de cet ensemble que se trouvent les dalles calcaires exploitées à Tarrega et qui ont livré aux recherches de M. Clua une riche faune de Mammifères : *Brachyodus Cluai* n. sp., *Theridomys siderolithicus* var. *major*, *Plesictis Filholi* n. sp., *Amphicyon* ou *Pseudamphicyon*, Crocodiles, *Emys*, avec des plantes terrestres et des Mollusques où dominent *Limnœa longiscata* et *Planorbis cornu.*

L'horizon de Tarrega nous paraît se placer à la partie supérieure du Sannoisien, très près de la limite du Stampien.

3° *Étage stampien.* Mollasses de Lérida. — A l'Oligocène moyen se rapportent les épaisses couches de mollasses et de marnes superposées à l'horizon de Tarrega et s'étendant en strates subhorizontales au centre du bassin de l'Ebre jusqu'au delà de Lérida. Auprès de cette ville on y a découvert d'assez nombreux débris de Mammifères terrestres, qu'il nous a été impossible de retrouver, mais qui formeront sans doute bientôt un troisième horizon de Mammifères, supérieur aux deux horizons de Calaf et de Tarrega.

4° *Étage Aquitanien.* — L'Oligocène supérieur n'affleure pas dans les limites de la région étudiée; mais nous avons pu reconnaître dans les calcaires de Vera (prov. de Saragosse) de gros *Helix* du groupe *Ramondi;* ces calcaires doivent donc occuper à l'ouest de Lérida un niveau encore plus élevé que les mollasses stampiennes sur lesquelles est bâtie cette ville.

Ainsi le bassin tertiaire de l'Ebre, jusqu'ici désigné par tous les géologues sous le nom de *Miocène de l'Ebre,* est en réalité un immense bassin oligocène très complet, comprenant les trois grands étages de ce système, avec des niveaux de Mammifères et de Mollusques nombreux et caractéristiques. *Le terrain Miocène paraît n'y être nulle part représenté.*

Nous pensons dès à présent que ces conclusions devront s'appliquer aussi à la majeure partie des bassins laguno-lacustres de la Meseta. Dans la province de Valladolid en particulier (Vieille Castille), les descriptions et les figures publiées par M. Cortazar sont tout en faveur de cette manière de voir, à laquelle la présence de *Limnæa longiscata* et de *Planorbis cornu* apporte une vérification paléontologique indiscutable.

A la lumière de ce point de vue nouveau, l'histoire du massif ibérique devient tout à fait semblable à celle du massif central français et de la Bohême. A l'époque oligocène, la surface de la Meseta, comme celle de l'Auvergne, était réduite à une pénéplaine, sur laquelle ont pu pénétrer presque partout des lagunes en relation avec l'Atlantique. Puis, à la fin de l'Oligocène, un asséchement général de ces lagunes a transformé l'Espagne, comme le Plateau central, en un continent miocène où a pu commencer à s'établir un réseau hydrographique. Les dépôts miocènes, entièrement fluvio-lacustres, n'occupent sur ces continents que des surfaces extrêmement restreintes, le plus souvent en relations avec les anciennes vallées. Ainsi s'établit et se précise de plus en plus la remarquable unité de l'histoire de tous ces massifs hercyniens.

MM. Simon Newcomb et Alexandre Agassiz, Associés étrangers, sont désignés par l'Académie pour la représenter à la célébration du second Centenaire de la naissance de Franklin.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Botanique (Classification et familles naturelles des Phanérogames) vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 60 :

M. Henri Lecomte	obtient.	41 suffrages
M. Leclerc du Sablon	»	19 »

Au deuxième tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 62 :

M. Leclerc du Sablon	obtient	32 suffrages
M. Bois	»	28 »
M. Villemin	»	1 »

Il y a un bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Henri Lecomte**.
En seconde ligne . . . . M. **Leclerc du Sablon**.

CORRESPONDANCE.

M. **F. Klein** présente à l'Académie deux fascicules de l'édition allemande et un fascicule de l'édition française de l'*Encyclopédie des Sciences mathématiques pures et appliquées*.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *L'Électrométallurgie des fontes, fers et aciers*, par M. Camille Matignon.

2° *The Selkirk range*, par A.-O. Wheeler, Tome I. (Présenté par M. Laussedat.)

3° Le fascicule 5 (Oiseaux) des *Décades zoologiques* de la Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. (Présenté par M. Yves Delage.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Éclipse totale de Soleil du* 30 *août* 1905. *Protubérances solaires à deux couleurs*. Note de M. **J. Esquirol**, présentée par M. Deslandres.

A Alcala de Chisvert (Espagne), où je m'étais rendu pour observer l'éclipse avec une lunette de 50^{mm} grossissant 60 fois, il m'a été donné de constater l'existence d'une double coloration dans les cinq belles protubérances qui se trouvaient sur le bord Est, que j'ai particulièrement étudié. Chacune d'elles paraissait formée de deux parties bien distinctes : l'une vers le Sud, offrant la coloration rosée normale; l'autre, vers le Nord, d'aspect filamenteux, paraissant blanche, mais d'un blanc un peu sale. La partie Sud était sensiblement la plus importante et recouvrait d'un mince filet les régions supérieures de la seconde; la couleur rosée plus intense au bord Sud allait en se dégradant vers le centre, mais le contraste avec la zone blanche était brusque et accusé à tel point qu'il m'a paru impossible de considérer la partie blanche comme une simple dégradation de l'autre teinte. Bien que les contours de l'image fussent très nets, je pris soin de déplacer l'oculaire en divers sens, mais sans parvenir à modifier l'aspect, à deux couleurs, des protubérances.

ARITHMÉTIQUE. — *Sur un carré magique*. Note de M. **G. Tarry**, présentée par M. Poincaré.

J'appelle carré *cabalistique* aux n premiers degrés un carré construit avec des nombres entiers consécutifs et présentant l'égalité aux n premiers

degrés dans toutes ses lignes, toutes ses colonnes et ses deux diagonales et, en outre, l'égalité aux $n-1$ premiers degrés dans toutes les directions de ses diagonales.

Théorème. — *On peut toujours construire un carré cabalistique aux n premiers degrés de côté p^n, quelle que soit la valeur de n, si le plus petit diviseur de p est un nombre premier suffisamment grand.*

La construction d'un carré cabalistique aux n premiers degrés est un problème élémentaire, qui ne dépend que de congruences du premier degré, et n'exige que la connaissance de quelques théorèmes presque évidents.

Dans ce qui suit, nous supposerons toujours les nombres écrits dans le système de numération dont la base est le nombre premier p.

J'appelle *somme congruente* de deux nombres $a_1 a_2 \ldots a_r$ et $b_1 b_2 \ldots b_r$, par rapport au module premier p, le nombre $c_1 c_2 \ldots c_r$ dont les chiffres sont déterminés par les congruences

$$c_1 \equiv a_1 + b_1, \qquad c_2 \equiv a_2 + b_2, \qquad \ldots, \qquad c_r \equiv a_r + b_r \qquad (\text{mod } p).$$

Exemple : $5432 + 3164 = 1526$ (mod 7).

La conception de la somme congruente entraîne évidemment celle de la multiplication par un nombre entier

$$2351 + 2351 + 2351 = 3 \times 2351 = 6213 \qquad (\text{mod } 7).$$

J'appelle *série numérale* (r_1), par rapport au module p, la suite des p nombres 0, r_1, $2r_1$, $\ldots$, $(p-1)r_1$, considérés dans l'ordre indiqué.

Par exemple, la série numérale (5432), de module 7, s'écrira

$$0000 \quad 5432 \quad 3164 \quad 1526 \quad 6251 \quad 4613 \quad 2345.$$

Prenons un nombre r_2, assujetti à la seule condition de ne pas figurer parmi les p nombres de la série numérale (r_1), et examinons les p^2 nombres écrits dans l'ordre suivant, dont la loi de formation est déterminée par les séries (r_1) et (r_2).

$$[0, r_1, 2r_1, \ldots, (p-1)r_1], \quad [0+r_2, r_1+r_2, 2r_1+r_2, \ldots, (p-1)r_1+r_2],$$
$$[0+2r_2, r_1+2r_2, 2r_1+2r_2, \ldots, (p-1)r_1+2r_2], \quad \ldots,$$
$$[0+(p-1)r_2, r_1+(p-1)r_2, 2r_1+(p-1)r_2, \ldots, (p-1)r_1+(p-1)r_2].$$

Appelons *série numérale* $(r_1 r_2)$ les p^2 nombres ainsi disposés.

On démontre très facilement que les p^2 nombres de la série $(r_1 r_2)$ sont tous différents.

Pareillement, si r_3 est un nombre n'appartenant pas à la série numérale $(r_1 r_2)$, on obtiendra une série numérale $(r_1 r_2 r_3)$ composée de p^3 nombres différents, qui se suc-

céderont et se formeront suivant la même loi :

$$(a, b, \ldots, t), \quad (a+r_3, b+r_3, \ldots, t+r_3),$$
$$(a+2r_3, b+2r_3, \ldots, t+2r_3), \quad \ldots,$$
$$[a+(p-1)r_3, b+(p-1)r_3, \ldots, t+(p-1)r_3],$$

$a, b, \ldots, t$, étant les nombres consécutifs de la série précédente $(r_1 r_2)$.

On pourra continuer l'opération indéfiniment.

Il résulte de ce qui précède que les p^n premiers nombres, 0, 1, 2, ..., p^n-1, pourront toujours être écrits dans l'ordre d'une série numérale $(r, r_2, \ldots, r_n)$ et que la forme linéaire $r_1 x + r_2 y + \ldots + r_n t$ peut représenter tout nombre de 0 à p^n-1.

On remarquera que, si l'on donne aux nombres $r_1, r_2, r_3, \ldots, r_n$ les valeurs respectives $1, p, p^2, \ldots, p^{n-1}$, les p^n premiers nombres se trouveront écrits dans l'ordre naturel de croissance.

Toute la théorie des espaces magiques aux n premiers degrés est fondée sur les propriétés de la série numérale.

Cette conception nouvelle a été puisée dans l'*Arithmétique graphique* de M. G. Arnoux. Dans ce remarquable Ouvrage, M. G. Arnoux caractérise ce qu'il appelle une *direction dans l'espace congruent à k dimensions* par la formule

$$((m))(a_1 x + a_2 y + \ldots + a_k t),$$

dans laquelle $a_1, a_2, \ldots$, représentent des pas et $x, y, \ldots$, les directions des coordonnées correspondantes.

Dans l'application des propriétés des séries numérales, j'emploie une formule identique, à laquelle j'attribue une signification légèrement différente.

Le perfectionnement apporté suffit pour permettre de déterminer et représenter un espace à k dimensions, magique aux n premiers degrés, à l'aide seulement de k lignes de n nombres.

Ainsi un carré cabalistique n magique est déterminé par $2n$ nombres, que ma méthode apprend à calculer.

Ces $2n$ nombres sont les clés du carré; désignons-les par

$$r_1, \quad r_2, \quad r_3, \quad \ldots, \quad r_n,$$
$$s_1, \quad s_2, \quad s_3, \quad \ldots, \quad s_n.$$

La série numérale $(r_1, r_2, \ldots, r_n, s_1, s_2, \ldots, s_n)$ se compose des p^{2n} premiers nombres, de 0 à $p^{2n}-1$, que nous placerons dans les cases successives

d'un carré de p^n cases de côté, en conservant l'ordre des nombres de la série. Ainsi, la première ligne sera formée par les p^n nombres de la série $(r_1, r_2, \ldots, r_n)$.

Si aucune erreur n'a été commise dans le calcul des clés, nous aurons construit machinalement un carré cabalistique n magique.

Avec $3n$ clés on obtiendrait un cube cabalistique aux n premiers degrés, présentant par conséquent l'égalité aux $n-1$ premiers degrés dans les treize directions des trois arêtes, des six diagonales des faces et des quatre diagonales du cube.

Il ne resterait plus qu'à faire connaître la méthode suivie pour calculer les clés et établir leurs propriétés. Je me propose de publier prochainement cette méthode avec les développements nécessaires.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des caractéristiques.* Note de M. E. Goursat.

Dans la théorie des caractéristiques on se borne en général à établir qu'une équation aux dérivées partielles possède une infinité d'intégrales holomorphes dans le domaine d'un point, et admettant tous les éléments d'une caractéristique déterminée *suffisamment voisins* de l'élément initial. Pour compléter ce résultat on est conduit à étudier les intégrales passant par une caractéristique donnée tout le long de cette caractéristique.

1. Prenons, pour fixer les idées, une équation aux dérivées partielles du second ordre, à deux variables indépendantes, admettant la caractéristique du second ordre Γ définie par les relations

$$y = z = p = q = r = s = t = 0.$$

On peut alors supposer cette équation mise sous la forme

$$s = Az + Bp + Cq + Dr + Ey^2 + Fyt + Ht^2 + \ldots, \tag{1}$$

les termes non écrits étant au moins du second degré en y, z, p, q, r, t, et les coefficients A, B, C, D, ... étant des fonctions holomorphes de la variable complexe x dans un domaine *simplement connexe* D_x comprenant l'origine; la série du second membre est convergente, quelle que soit la valeur de x dans le domaine D_x, pourvu que les modules des variables y, z, p, q, r, t soient inférieurs à un nombre positif ρ.

Soit $\Phi(y)$ une fonction de la variable y, holomorphe dans le domaine

du point $y = 0$ et s'annulant, ainsi que ses deux premières dérivées, pour $y = 0$,

$$(2) \qquad \Phi(y) = \alpha_3 y^3 + \alpha_4 y^4 + \ldots + \alpha_n y^n + \ldots.$$

D'après un théorème général (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 640), l'équation (1) admet une intégrale holomorphe $z = F(x, y)$, dans le domaine des valeurs $x = 0, y = 0$, se réduisant à zéro pour $y = 0$ et à $\Phi(y)$ pour $x = 0$, et cette intégrale admet tous les éléments de la caractéristique Γ. Pour l'étudier dans le voisinage de cette caractéristique, il est naturel d'ordonner le développement en série entière de z suivant les puissances de y

$$(3) \qquad z = \psi_3(x) y^3 + \psi_4(x) y^4 + \ldots + \psi_n(x) y^n + \ldots,$$

$\psi_3, \psi_4, \ldots, \psi_n, \ldots$ étant des fonctions holomorphes de x dans le domaine de l'origine qui prennent respectivement les valeurs $\alpha_3, \alpha_4, \ldots, \alpha_n, \ldots$ pour $x = 0$. Ces coefficients peuvent être déterminés de proche en proche par des équations différentielles. Si l'on substitue en effet le développement précédent dans l'équation (1) et qu'on égale les coefficients des mêmes puissances de y dans les deux membres, on a d'abord pour déterminer ψ_3 une *équation de Riccatti :*

$$(4) \qquad 3\psi'_3 = E + (3C + 6F)\psi_3 + 36H(\psi_3)^2;$$

les coefficients ψ_n $(n > 3)$ sont ensuite déterminés de proche en proche par des *équations linéaires :*

$$(5) \qquad n\psi'_n = [nC + 6n(n-1)F + 12n(n-1)H\psi_3]\psi_n + R,$$

R étant un polynome entier par rapport aux coefficients de l'équation (1), aux fonctions $\psi_3, \ldots, \psi_{n-1}$, et à leurs dérivées du premier et du second ordre.

Cela étant, si l'intégrale de l'équation (4) qui prend la valeur α_3 pour $x = 0$, est holomorphe dans un domaine simplement connexe D'_x, intérieur à D_x, il en sera de même des fonctions suivantes $\psi_4, \ldots, \psi_n, \ldots$ dans le même domaine et l'on obtient un développement de la forme (3), satisfaisant formellement à l'équation (1) et dont tous les coefficients sont des fonctions holomorphes de x dans D'_x. La convergence de ce développement résulte du théorème suivant :

Lorsque l'intégrale $\psi_3(x)$ de l'équation (4) qui prend la valeur α_3 pour

$x = 0$ est holomorphe dans un domaine simplement connexe D'_x, intérieur à D_x, l'intégrale $z = F(x, y)$ de l'équation (1) *qui satisfait aux conditions initiales*

$$F(0, y) = \Phi(y), \qquad F(x, 0) = 0$$

est une fonction holomorphe des variables x et y, lorsque x décrit le domaine D'_x, le module de y restant inférieur à un nombre positif η convenablement choisi.

2. Les seuls points singuliers de l'intégrale sur la caractéristique Γ sont donc les points singuliers de $\psi_3(x)$. Les fonctions E, C, F, H de la variable x étant holomorphes dans le domaine simplement connexe D_x, l'intégrale $\psi_3(x)$ de l'équation de Riccatti (4) ne peut avoir comme points singuliers dans ce domaine que des pôles, dont la position varie avec la valeur initiale α_3 pour $x = 0$. Les intégrales de l'équation (1) qui admettent tous les éléments de la caractéristique Γ ont donc, en général, des points singuliers *mobiles* sur cette caractéristique. Supposons, par exemple, qu'il s'agisse de variables réelles et que les coefficients de l'équation (1) soient des fonctions holomorphes de x le long d'un segment de l'axe réel compris entre deux points A et B d'abscisses a et b $(a < 0 < b)$. Si l'équation (4) n'admet aucune intégrale réelle continue dans l'intervalle (a, b), on peut affirmer que toute surface intégrale de l'équation (1) passant par cette caractéristique admet au moins un point singulier sur le segment AB.

3. La méthode précédente peut s'étendre, avec quelques modifications, à des systèmes différentiels beaucoup plus généraux. Dans le cas particulier d'une équation de Monge-Ampère admettant la caractéristique du premier ordre

$$y = z = p = q = 0,$$

on peut mettre cette équation sous la forme

$$s = F(x, y, z, p, q, r, yt, zt, pt, qt, rt), \tag{6}$$

le second membre étant une série entière ordonnée suivant les puissances de $y, z, p, q, r, yt, zt, pt, qt, rt$, dont les coefficients sont des fonctions de x. Toute intégrale admettant la caractéristique précédente est représentée par un développement de la forme

$$z = y^2\psi_2 + y^3\psi_3 + \ldots + y^n\psi_n + \ldots, \tag{7}$$

le premier coefficient ψ_2 est déterminé par une équation de Riccatti et les

suivants par des équations linéaires. La suite de la discussion est la même que dans le cas général.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les ensembles discontinus.* Note de M. **L. Zoretti**, présentée par M. Painlevé.

Dans une Note présentée à l'Académie le 23 octobre 1905, M. Riesz utilise une propriété des ensembles discontinus au sujet de laquelle je voudrais faire quelques remarques.

Cette proposition est la suivante : la projection sur une droite d'un ensemble parfait discontinu est aussi un ensemble discontinu. Or, sans nous demander si cette propriété joue ou non un rôle essentiel dans la démonstration du théorème de M. Riesz, je rappelle que l'on a au contraire formé et depuis longtemps des exemples d'ensemble discontinu se projetant sur une droite suivant un segment continu. Mais, et c'est le but de cette Note, on peut aller beaucoup plus loin et les exemples qui suivent feront concevoir quelle complication apportent ces ensembles dans les questions où ils se présentent, et la gêne est d'autant plus grande qu'ils se présentent plus naturellement.

Je rappelle brièvement comment on peut former l'exemple dont je viens de parler. On considérera l'ensemble des points qui ont pour abscisse un nombre qui s'écrit dans le système de numération de base 3 sans employer le chiffre 1 (la partie entière étant zéro) et pour ordonnée le nombre écrit dans le système binaire en remplaçant le chiffre 2 par 1 dans l'abscisse et en laissant inaltérés les chiffres 0. Cet ensemble, en y ajoutant l'origine, est discontinu et parfait. Sa projection sur l'axe Oy comprend tous les points du segment 0 — 1.

Ce résultat bien connu étant acquis, désignons par $y = E(x)$ cet ensemble et considérons un ensemble *fermé* quelconque F comprenant le point 1, 1. Construisons un ensemble semblable à l'ensemble $E(x)$ en prenant successivement chaque point de F pour point homologue du point 1, 1; l'origine des coordonnées étant point double dans toutes ces similitudes. La somme de tous ces ensembles réalise un exemple d'ensemble discontinu (comme je l'ai montré dans ma thèse); on peut voir qu'il est *fermé*, donc *parfait*. Il existe une infinité dénombrable de droites sur lesquelles il se projette suivant un ensemble en partie continu.

Considérons maintenant l'ensemble représenté en coordonnées polaires par

$$\omega = \frac{\pi}{4} + \pi E\left[\rho\sqrt{2} - 1\right].$$

Il contient le point $x = 1$, $y = 1$ $\left[\omega = \frac{\pi}{4}, \rho = \sqrt{2}\right]$. Il est discontinu et toute droite issue de l'origine le rencontre en un point au moins. Comme tout à l'heure, construisons sur chacun de ses points un ensemble semblable à $y = E(x)$. On obtient un ensemble qu'on démontre être *parfait* et, quoique somme d'une infinité *non dénombrable* d'ensembles discontinus, on conçoit bien qu'il ne contient aucune ligne. Cet ensemble est tel que sa projection sur *toute* droite du plan comprend une portion continue.

Ajoutons à l'ensemble précédent son symétrique par rapport à la bissectrice de l'angle xOy; on peut voir alors qu'il existe une aire (un cercle ayant pour centre l'origine et pour rayon $\frac{1}{2}$) telle que toutes les droites qui passent par un point quelconque de cette aire contiennent un point du nouvel ensemble discontinu. Par une infinité dénombrable de translations on peut, au moyen d'une telle aire, recouvrir tout le plan. Si, sur chacune de ces aires, on construit un ensemble égal au premier, la somme de tous ces ensembles est discontinue et il y a un point de cet ensemble somme sur n'importe quelle droite du plan.

Je voudrais enfin faire une remarque au sujet du théorème même qui fait l'objet de la Note de M. Riesz, savoir qu'il existe une ligne sans point multiple passant par tous les points d'un ensemble discontinu. J'ai démontré qu'on peut aligner les points d'un tel ensemble sur une ligne *cantorienne* ou continu linéaire; le point de vue de M. Riesz est celui de M. Jordan où une ligne est definie par des fonctions continues et peut alors recouvrir tout une aire, passer, par suite, par tous les points d'un ensemble discontinu borné. J'ajoute que la ligne dont je démontre l'existence est une ligne particulière : la frontière d'un continuum. Je me propose de revenir sur cette classe de continus linéaires dont l'importance apparaîtra si l'on songe que, lorsqu'une fonction analytique poursuivie analytiquement admet une aire singulière, les points singuliers qui en seront réellement mis en évidence sont uniquement les points de la frontière.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement en série trigonométrique des fonctions non intégrables.* Note de M. **P. Fatou**, présentée par M. Painlevé.

Le but de cette Note est d'éclaircir et de compléter un passage du Mémoire de Riemann [1] sur les séries trigonométriques.

Nous désignerons par $f(x)$ une fonction de période 2π, intégrable et bornée dans tout intervalle ne contenant aucun point congru à zéro, mais cessant de remplir ces conditions au voisinage du point O. On suppose toutefois :

I. Que la fonction $f(x)+f(-x)$ est intégrable en valeur absolue de o à π.

II. Que $xf(x)$ tend vers zéro en même temps que x.

Cherchons sous quelles conditions on pourra représenter $f(x)$ par la série

$$(\mathrm{S})\qquad a_0+(a_1\cos x+b_1\sin x)+\ldots+(a_n\cos nx+b_n\sin nx)+\ldots,$$

où l'on a posé

$$a_0=\frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi}[f(\theta)+f(-\theta)]\,d\theta,$$

$$a_n=\frac{1}{\pi}\int_0^{\pi}[f(\theta)+f(-\theta)]\cos n\theta\,d\theta,$$

$$b_n=\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{+\pi}f(\theta)\sin n\theta\,d\theta;$$

ces intégrales ayant un sens d'après les hypothèses faites.

Pour que cela soit possible, il est nécessaire que a_n et b_n deviennent infiniment petits avec $\frac{1}{n}$. Cette condition se trouve remplie pour a_n d'après une remarque de Riemann, généralisée par M. Lebesgue, sur la décroissance des coefficients d'une série de Fourier.

Mais la condition $\lim\limits_{n=\infty} b_n = 0$ n'est pas une conséquence nécessaire de nos

---

[1] *Ueber die Darstellbarkeit einer Function durch eine trigonometrische Reihe*, § 12.

hypothèses. Elle équivaut à la suivante :

$$\lim_{n=\infty}\int_{-\pi}^{+\pi} f(\theta)\,\text{tang}\frac{\theta}{2}\,\frac{\sin\frac{2n+1}{2}\theta}{\sin\frac{\theta}{2}}\,d\theta = 0,$$

ce qui veut dire que :

III. La fonction $f(x)\,\text{tang}\frac{x}{2}$ [ou si l'on veut $x\,f(x)$] a sa série de Fourier convergente pour $x = 0$.

Si les conditions I, II, III sont remplies, non seulement a_n et b_n ont pour limite zéro, mais il en est de même, comme on le voit aisément, des intégrales

$$\text{(A)}\qquad \begin{cases} \int_{-a}^{+a} f(\theta)\lambda(\theta)\sin n\theta\,d\theta, \\ \int_{0}^{a} [f(\theta)\lambda(\theta)+f(-\theta)\lambda(-\theta)]\cos n\theta\,d\theta, \end{cases}$$

$\lambda(\theta)$ désignant une fonction bornée ayant une dérivée finie pour $\theta = 0$.

Or la somme des n premiers termes de la série S peut s'exprimer par l'intégrale de Dirichlet

$$2\pi S_n = \int_{-\pi}^{+\pi} \frac{\sin(2n+1)\frac{x-\theta}{2}}{\sin\frac{x-\theta}{2}}\,f(\theta)\,d\theta,$$

à la condition de réunir sous le signe $\int$ les éléments qui correspondent à des valeurs de θ égales et de signe contraire, pour θ voisin de zéro, et la partie de cette intégrale relative à l'intervalle $(-a, +a)$ ne contenant pas le point x, tend vers zéro avec $\frac{1}{n}$; en effet, en posant $\lambda(\theta) = \frac{1}{\sin\frac{x-\theta}{2}}$, on aura à considérer

$$\int_{-a}^{+a} \sin(2n+1)\frac{x-\theta}{2}\,\lambda(\theta)f(\theta)\,d\theta,$$

ce qui se ramène immédiatement à des intégrales du type (A).

Donc, le voisinage du point $\theta = 0$ n'a aucune influence sur la convergence de S_n.

On peut donc conclure que, si les conditions I, II, III sont vérifiées, la

condition nécessaire et suffisante pour que la série (S) converge vers $f(x)$ est que la fonction égale à $f(x)$, dans le voisinage du point x, et à zéro partout ailleurs, soit représentable par sa série de Fourier.

On pourra ainsi appliquer les critères connus de convergence des séries de Fourier à des classes étendues de fonctions non intégrables. En voici des exemples :

1° Posons

$$f(x) = \frac{\sin \frac{\pi}{x}}{x \log \frac{1}{x} \log \log \frac{1}{x}}$$

pour

$$0 < x \leqq \alpha \qquad \left(\alpha < \frac{1}{e^e}\right)$$

et

$$f(x) + f(-x) = 0.$$

La fonction ainsi définie satisfait aux conditions I, II, III [1]. Elle est développable en série de la forme

$$a_1 \sin \frac{\pi}{\alpha} x + \ldots + a_n \sin \frac{n\pi}{\alpha} x + \ldots.$$

On peut remarquer que $|f(x)|$ n'est pas intégrable, mais que $f(x)$ l'est; la série précédente appartient donc à la classe des *series de Fourier généralisées,* c'est-à-dire de celles dont les coefficients sont donnés par les formules de Fourier calculées au moyen des fonctions primitives.

2° Au contraire la série convergente

$$\sum_2^\infty \frac{\sin nx}{\log n}$$

représente une fonction qui n'est, à aucun point de vue, intégrable dans un intervalle comprenant le point $x = 0$. On voit facilement, en effet, que son intégrale indéfinie $\sum_2^\infty \frac{-\cos nx}{n \log n}$ ne tend pas vers une limite finie quand n tend vers zéro.

---

(1) Pour III cela résulte d'un critère de convergence des séries de Fourier, dû à MM. Lipschitz et Dini.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les surfaces hyperelliptiques définies par les fonctions intermédiaires singulières.* Note de M. **Louis Remy**, présentée par M. Humbert.

Dans le cas où les périodes d'un système de fonctions abéliennes vérifient la relation $g' = Dg$, M. Humbert a établi qu'il existe des fonctions intermédiaires singulières $\varphi_{l,k}(u, v)$ qui ne sont pas des fonctions thêta aux mêmes périodes ([1]). Les surfaces pour lesquelles les coordonnées homogènes d'un point sont égales à quatre fonctions $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ de mêmes indices l, k, de caractéristique donnée, linéairement indépendantes sont des surfaces hyperelliptiques particulières dépendant de deux modules : M. Humbert en a donné d'intéressants exemples, en particulier des surfaces du quatrième ordre à 15 points doubles ([2]).

Nous nous proposons de démontrer que ces surfaces peuvent être définies au moyen des fonctions thêta et qu'on peut rattacher chacune d'elles à une surface hyperelliptique plus générale, dépendant de trois modules, dont elle n'est qu'un cas singulier.

Effectuons, en effet, la transformation singulière

$$u = lU + kV,$$
$$v = DkU + lV;$$

d'ordre $\delta = l^2 - Dk^2$. Les quatre fonctions coordonnées $\varphi_i(u, v)$, d'indices l, k, se changent en des fonctions $\theta_i(U, V)$ qui sont des fonctions thêta d'ordre δ, vérifiant d'ailleurs la condition

$$(1) \qquad \theta\left(U - \frac{l}{\delta}, V + \frac{kD}{\delta}\right) = \theta\left(U + \frac{k}{\delta}, V - \frac{l}{\delta}\right) = \theta(U, V).$$

De là résulte que les deux représentations paramétriques

$$x_i = \varphi_i(u, v)$$

et

$$X_i = \theta_i(U, V)$$

définissent une même surface Σ.

([1]) *Journal de Mathématiques*, 5e série, t. V, 1899.
([2]) *Comptes rendus*, 2e semestre 1899.

Les fonctions $\Theta_i(U, V)$ auxquelles conduit la transformation précédente ont également leurs périodes G, H, G′ liées par une relation singulière; mais on peut considérer les mêmes fonctions $\Theta_i(U, V)$ répondant à des périodes générales, et, en les égalant aux coordonnées X_i, on obtient une surface hyperelliptique $S(U, V)$, dépendant de trois modules, dont la surface Σ n'est qu'un cas singulier.

Il y a lieu de remarquer que les fonctions $\Theta_i(U, V)$ ne sont pas les fonctions thêta d'ordre δ les plus générales, car elles doivent satisfaire aux relations (1). On peut dire qu'elles admettent le Tableau suivant de périodes

$$(T) \qquad \begin{vmatrix} -\frac{l}{\delta} & \frac{k}{\delta} & G & H \\ \frac{Dk}{\delta} & \frac{-l}{\delta} & H & G' \end{vmatrix}.$$

D'où cette conclusion : Les surfaces hyperelliptiques définies au moyen des fonctions intermédiaires singulières sont identiques aux surfaces définies au moyen des fonctions thêta qui répondent au Tableau de périodes (T).

Si l'on donne aux entiers l, k, D les valeurs particulières

$$l = \delta, \qquad k = 1, \qquad D = \delta(\delta - 1),$$

le Tableau de périodes (T) est équivalent au Tableau

$$(T') \qquad \begin{vmatrix} \frac{1}{\delta} & 0 & G & H \\ 0 & 1 & H & G' \end{vmatrix},$$

et l'on est conduit aux fonctions thêta étudiées par M. Traynard.

Voici un exemple où la méthode précédente conduit à une surface du quatrième ordre à huit points doubles. Soient l, k, D trois entiers tels que

$$l^2 - Dk^2 = 2.$$

Il existe quatre fonctions $\varphi(u, v)$ d'indices $2l$, $2k$ de caractéristique non nulle, de parité donnée, linéairement distinctes, et elles s'annulent toutes pour huit demi-périodes P_i. La surface S pour laquelle les coordonnées homogènes d'un point sont proportionnelles à ces quatre fonctions est du quatrième ordre; elle possède huit droites D_i, correspondant aux demi-périodes P_i, et huit points doubles correspondant aux huit autres demi-périodes.

Cette surface jouit des propriétés suivantes : les huit points doubles sont les sommets d'un octuple gauche $a_1 a'_1 a_2 a'_2 a_3 a'_3 a_4 a'_4$ et la surface contient les quatre droites $a_j a'_j$. Chacune des droites D_i rencontre trois des droites $a_j a'_j$ et chacune des droites $a_j a'_j$ rencontre six des droites D_i. Enfin il existe une famille de quadriques Q passant par les sommets de l'octuple gauche et inscrites à la surface S, tangentes par conséquent aux huit droites D_i.

Or la configuration formée par un octuple gauche $a_1 a'_1 \ldots a_4 a'_4$ et par une droite quelconque D s'appuyant sur les droites $a_1 a'_1$, $a_2 a'_2$, $a_3 a'_3$ dépend de trois paramètres au point de vue projectif. Dès lors la surface enveloppe des quadriques Q passant par les huit points a et tangentes à la droite D peut être identifiée avec notre surface hyperelliptique S.

De là ce théorème :

Les quadriques circonscrites à un octuple gauche $a_1 a'_1 \ldots a_4 a'_4$ et tangentes à une droite D *qui s'appuie sur trois des droites $a_j a'_j$ sont tangentes à sept autres droites et enveloppent une surface hyperelliptique du quatrième ordre.*

MÉCANIQUE. — *Sur les déformations des voies de chemins de fer.* Note de M. G. CUÉNOT, présentée par M. Maurice Levy.

Une étude sur les déformations des voies de chemins de fer [1] m'a permis notamment d'examiner l'influence de la traverse sur ces déformations. Les expériences ont porté sur des traverses en bois de différentes longueurs, une traverse en acier en service sur le réseau de l'État et une traverse mixte (bois et acier).

Cette traverse, d'un type nouveau perfectionné par l'un des inventeurs, M. Michel, est formée de deux fers en U se tournant le dos et comprenant entre eux deux blocs de bois rectangulaires de $0^m,70$ de longueur chacun, séparés par un espace vide. Le serrage est obtenu, en haut comme en bas, par des entretoises en acier repliées sur les ailes des fers.

Les points que j'ai étudiés sur les voies d'expériences sont le cheminement des rails, les variations de leur intervalle en ligne droite et dans les courbes, leurs déplacements verticaux et horizontaux, la compression du bois au droit des appuis, l'arrachement des tire-fonds, enfin le choc produit au droit du joint.

Toutes ces actions paraissent la conséquence de deux mouvements prin-

---

[1] *Étude sur les déformations de la voie,* Paris, H. Dunod et E. Pinat.

cipaux, le mouvement transversal et le mouvement vertical ou longitudinal de la voie.

Le mouvement transversal provient de ce que la traverse au passage des charges ne s'enfonce pas seulement dans le ballast, mais qu'elle fléchit, chacun de ses points descendant dans le ballast de quantités inégales. La pression ne se répartit pas uniformément sur le ballast, et elle est d'ordinaire plus forte au droit des rails.

On avait admis *a priori* qu'une traverse chargée porte sur toute sa longueur, et que, pour diminuer son enfoncement, il convient d'augmenter sa longueur.

Les expériences que j'ai faites ont prouvé qu'il fallait renoncer à cette conception.

Les traverses longues (plus de $2^m,30$) se déforment sous l'action de la charge, suivant une courbe dont la concavité est dirigée vers le haut, avec un léger renflement vers le centre, et en renversant les rails vers l'intérieur.

Les traverses courtes de moins de $2^m,10$ fléchissent suivant une courbe convexe vers le haut; les rails se renversent vers l'extérieur.

Il a semblé qu'entre ces deux formes, il devait y avoir place pour une autre voisine de la ligne droite avec déplacement vertical, sans renversement des rails.

L'expérience a confirmé cette manière de voir et il en est ainsi pour des traverses en bois, dont la longueur est comprise entre $2^m,10$ et $2^m,20$. Les traverses mixtes de $2^m,20$ de longueur, dont les blocs sont chargés en leur milieu, ont évidemment donné des résultats très favorables à ce point de vue.

Les expériences ont confirmé ce qu'on savait déjà : la pression transmise à un corps élastique (ballast et sol), à travers une masse élastique rigide (la traverse), presque constante aux abords du centre de chargement, diminue ensuite rapidement en s'éloignant de ce point. Pratiquement, avec les dimensions courantes des traverses et du ballast, il n'y a pas d'intérêt à augmenter la surface d'appui au delà de $0^m,35$ de part et d'autre du rail.

Le bourrage de la traverse n'est utile que sur la longueur correspondant à la répartition effective de la pression. Partout ailleurs il est nuisible : la traverse se décale, reposant, soit sur ses extrémités, soit sur son centre, et fléchissant d'une façon anormale et excessive. Elle est, en quelque sorte, suspendue au-dessus des points où la pression est moindre.

Le mouvement vertical a également des conséquences importantes. Avant l'arrivée de la charge, chaque traverse est d'abord soulevée de bas en haut, puis, quand la charge se rapproche, elle redescend et s'enfonce dans le ballast au-dessous de sa position de repos. Le rail prend une forme sinusoïdale et présente aux roues du train une série de rampes et de pentes. L'emploi de rails plus rigides, de traverses moins flexibles, réduit l'effort de traction de 30 pour 100 et le mouvement des joints de moitié environ.

La suppression du choc au joint des rails, l'une des conséquences du

mouvement vertical, a particulièrement appelé l'attention des ingénieurs.

On a cherché à avoir des joints élastiques et, dans ce but, on a placé les abouts des rails en porte à faux. Mais on a créé ainsi des points singuliers dont l'enfoncement est bien supérieur à celui de tous les points voisins, notamment des traverses. J'ai mis en évidence, au moyen d'un appareil très ingénieux imaginé par M. Louis Lumière, que la dénivellation de l'amont à l'aval d'un joint atteint $5^{mm},4$; l'enfoncement d'une traverse ne dépasse pas 3^{mm}. Il convient de soutenir le joint, afin d'éviter la soi-disant élasticité, qui est une cause de destruction pour le rail et le matériel roulant.

La réduction de la flexion des traverses et du mouvement du joint permettra sans doute de dépasser les vitesses actuelles.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur un mode de construction des plans aéroplanes, permettant d'augmenter, dans de notables proportions, leur valeur sustentatrice.* Note de M. **E. Seux**. (Extrait.)

Dans son Ouvrage sur le *Vol des oiseaux*, le professeur Marey s'exprime ainsi : « Jusqu'ici les physiciens et expérimentateurs ont opéré sur des plans minces et rigides; or, tout porte à croire que, par sa forme et par son élasticité, l'aile présente des conditions plus favorables encore à la sustentation de l'oiseau. »

En effet, au lieu d'un plan mince, le bord antérieur de l'aile de l'oiseau présente une épaisseur notable, laquelle, chez certaines espèces, va jusqu'au huitième de la largeur de l'aile; chose intéressante, c'est précisément de ces espèces que font partie les oiseaux grands voiliers, qui ne battent pas ou presque pas des ailes : vautours, goélands, urubus, nauclers, albatros, frégates, etc. Il faut donc croire que cette épaisseur est tout particulièrement favorable au vol à voile.

Si l'on veut calculer les éléments d'une machine volante du système aéroplane, il y a donc lieu de tenir compte de ces enseignements et, puisque la valeur sustentatrice dépend surtout de la réaction de l'air qui se produit sur le bord antérieur de l'aile, il est utile de porter tout spécialement ses recherches sur cette partie du plan (bord antérieur de l'aéroplane).

Or, d'après les expériences faites avec des modèles en réduction possédant des bords antérieurs d'une certaine épaisseur et de formes différentes et en tenant compte des différences de conditions dans lesquelles travaillent ces petits planeurs, nous avons reconnu que cette épaisseur, qui peut

être, vers la partie centrale de l'aéroplane, du dixième de la largeur des plans, ne doit pas être uniforme, mais doit diminuer progressivement en allant du centre aux extrémités, donnant ainsi l'effet d'une surface gauche à pas décroissant qui, alliée avec la construction semi-rigide, semi-flexible des plans sustentateurs, permet à ceux-ci d'attaquer l'air sous des angles différents, d'où meilleure utilisation de la surface pour la sustentation.

De plus, l'épaisseur du bord antérieur, précédée d'une section conique divisant la lame d'air en deux parties égales qui viennent frapper simultanément les faces supérieures et inférieures du plan, procure à celui-ci un équilibre parfait et, pour ainsi dire, automatique.

Nos expériences ont été faites avec des modèles de 1^m d'envergure sur $0^m,20$ de largeur. La forme générale est concave-convexe, ou plutôt biconcave, dans le genre de l'aile de l'oiseau, la partie centrale est légèrement abaissée.

Au début, nous avons employé des plans minces, mais nous avons reconnu que l'équilibre longitudinal était fort précaire. Ayant eu l'idée de reproduire l'épaisseur de l'aile d'un goëland de $1^m,20$ d'envergure, que nous possédons, épaisseur qui est de 4^{cm} vers l'attache de l'aile, au sternum de l'oiseau et, suivant l'enseignement de l'oiseau, établie en diminuant graduellement jusqu'à l'aplanissement complet vers les extrémités, nous avons été surpris agréablement de voir que notre petit appareil, lequel, lorsqu'il présentait un bord mince, se cabrait si facilement, progressait alors droit devant lui, sans paraître éprouver une résistance notable, et cela avec un équilibre longitudinal parfait.

PHYSIQUE. — *Évaluation de la puissance des objectifs microscopiques.* Note de M. L. Malassez.

J'ai cherché à évaluer la puissance des objectifs microscopiques en me servant uniquement du microscope, des procédés et appareils employés en microscopie, afin que tous les observateurs au microscope puissent faire ces évaluations eux-mêmes, sans difficulté et appliquer la nouvelle notation que j'ai proposée ([1]) pour désigner ces objectifs. Les trois procédés suivants m'ont paru fort bien remplir ces conditions ([2]).

([1]) *Société de Biologie,* 8, 15 juillet, 10 décembre 1904; et *Archives d'Anatomie microscopique,* 1904, p. 270.

M. Guilloz a proposé également une notation basée sur la puissance (voir *Traité de Physique biologique,* t. II, 1903, p. 1024, chez Masson, et *Société de Biologie,* 21 juin 1905).

([2]) Le premier de ces procédés, que j'ai déjà exposé en même temps que ma nouvelle notation (*loc. cit.*), ressemble à d'autres qui avaient été déjà indiqués pour éva-

I. Si l'on représente par G le grossissement produit par l'objectif à la distance D′, par g celui produit à une distance moindre d' et par γ la puissance, celle-ci, étant le grossissement produit à chaque unité de distance, est donnée par la formule :

$$\gamma = \frac{G - g}{D' - d'}.$$

Il suffit, par exemple, d'évaluer les grossissements produits par l'objectif, le tube de tirage du microscope étant complètement tiré, puis complètement abaissé, et la distance comprise entre ces deux positions.

II. Soient g le grossissement produit par l'objectif à la distance d' de sa face postérieure et φ' sa distance foco-faciale postérieure, c'est-à-dire la distance comprise entre son foyer et sa face postérieure; la puissance γ est donnée, pour les mêmes raisons, par les formules :

$$\gamma = \frac{g}{d' - \varphi'_p} \quad \text{et} \quad \gamma = \frac{g}{d' + \varphi'_a};$$

par la première, quand le foyer postérieur de l'objectif se trouve en arrière de sa face postérieure; par la seconde, quand il se trouve en avant d'elle, ce qui a lieu, je l'ai déjà fait remarquer, dès que les objectifs sont un peu forts.

On pourrait encore obtenir la puissance en évaluant, non plus un grossissement quelconque, mais le pouvoir grossissant P défini comme je l'ai proposé dans deux Notes antérieures ([1]), les deux formules précédentes devenant alors :

$$\gamma = \frac{P}{1 - \varphi'_p}, \quad \text{et} \quad \gamma = \frac{P}{1 + \varphi'_a}.$$

III. Enfin, comme la puissance est aussi le grossissement produit à l'unité de distance du foyer postérieur de l'objectif, on peut l'évaluer directement en déterminant le siège de ce foyer postérieur, c'est-à-dire la distance foco-faciale postérieure, puis en mesurant le grossissement produit à un décimètre plus loin, ou à toute autre unité de distance.

J'exposerai ailleurs ces trois procédés avec tous les détails nécessaires pour les mettre en pratique. Je ne puis ici qu'indiquer les résultats que j'ai obtenus en examinant un

---

luer la longueur focale, par exemple à celui de M. Gariel (*Société de Physique*, 1887). Il en est de même pour le second dont je n'ai pas encore parlé. Quant au troisième, je ne l'ai vu signalé nulle part. J'en avais encore essayé un quatrième, également inédit, je crois, qui consiste à évaluer un grossissement quelconque g, la distance d comprise entre l'objet et la face antérieure de l'objectif et celle φ comprise entre le foyer antérieur et cette face antérieure; la puissance γ est donnée par la formule

$$\gamma = \frac{1}{g(d - \varphi)};$$

mais ce procédé ne m'a pas paru suffisamment exact appliqué à ces objectifs.

([1]) *Comptes rendus*, 27 novembre et 11 décembre 1904.

certain nombre d'objectifs de forces très diverses avec eux et aussi avec un bon focomètre Weiss.

Objectifs examinés.	Puissances évaluées par le (1) Ier procédé.	IIe procédé.	IIIe procédé.	Focomètre Weiss.
à sec :				
00 Verick	2,27	2,25- 2,27	2,26- 2,27	2,27
0 id	3,70	3,70- 3,73	3,71- 3,72	3,71- 3,72
1 id	5,70	5,67- 5,70	5,65- 5,73	5,66- 5,68
2 id	10,45	10,45-10,57	10,45-10,50	10,50
4 id	22,40-22,50	22,36-22,45	22,40-22,50	22,45-22,50
7 id	36,20	36,15-36.20	36,25-36,30	36,25-36,30
8 id	45,00-45,10	45,00-45,19	45,62-45,87	45,00-46,00
à immersion homogène :				
$\frac{1}{16}$ Stiassnie	59,30	59,30-59,69	59,50-59,62	60
$\frac{1}{18}$ id	69,50-70,20	69,39-70,40	69,50-70,25	?

On le voit, malgré la diversité des procédés employés, les résultats obtenus sont assez concordants, preuve que ces procédés ont tous une réelle valeur. J'ajouterai qu'on les peut appliquer à d'autres systèmes optiques, aux lentilles des oculaires microscopiques entre autres.

PHYSIQUE. — *Sur les variations des bandes d'absorption d'un cristal dans un champ magnétique.* Note de M. JEAN BECQUEREL, présentée par M. Poincaré.

On sait que les cristaux biréfringents présentent la propriété d'avoir plusieurs spectres d'absorption. En particulier, les cristaux uniaxes ont deux spectres différents : un spectre *ordinaire* correspondant aux vibrations de Fresnel normales à l'axe optique, et un spectre *extraordinaire* correspondant à des vibrations parallèles à l'axe (2).

(1) Dans ce Tableau, les puissances étant rapportées au décimètre, les chiffres représentent des déca-dioptries; il suffit donc de les multiplier par 10 pour que les puissances se trouvent alors rapportées au mètre et exprimées en dioptries. Les deux chiffres donnés pour un même objectif et un même procédé représentent les maxima et minima trouvés dans plusieurs évaluations successives.

(2) HENRI BECQUEREL, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XIV, 1888, p. 170.

	Longueurs d'onde.		I. — Axe optique parallèle au rayon incident.	
	Spectre ordinaire.	Spectre extraordinaire.	Vibr. ord. parall. au champ.	Vibr. ord. perpend. au champ.
Groupe rouge.	4. 650,14-650,85 5. 651,77-652,81 6. 653,58-653,85 8. 654,17-654,39 10. 656,15-656,55 12. 658,00-658,40	1. 641,99-642,80 2. 643,30-643,89 3. 645,97-647,31 (très faible). 7. 654,07-654,39 9. 656,04-656,52 (très faible). 11. 657,11-657,58	4. S'étale vers le violet de $0^{\mu\mu},31$. 5. S'étale vers le violet de $0^{\mu\mu},31$. 6. Se dédouble. — Vibration accélérée beaucoup plus intense que vibration retardée augmente de netteté et d'intensité quand le champ augmente. *Déplacement du côté violet* $0^{\mu\mu},29$. Plus étroite que la bande primitive. 8. Se confond avec la composante de la raie 6 très faible. 10. Diminue d'intensité. 12. S'élargit un peu.	4. Se dédouble, deux bandes séparées, écartement $0^{\mu\mu},84$ environ. 5. Se dédouble, écartement $0^{\mu\mu},44$. 6. Se déplace *vers le rouge d'environ* $0^{\mu\mu},2$, en se réunissant à la bande 8, l'ensemble forme une région floue. *Pas de composante visible du côté violet.* 10. Doublet, composante plus intense du côté rouge, écartement $0^{\mu\mu},46$. 12. Devient moins intense.
Groupe vert.	13. 520,38-520,81 15. 521,02-521,29 16. 521,40-521,73 18. 522,04-522,25 19. 523,43-523,86 21. 524,11-524,25 22. 524,50-524,64 23. 525,01-525,24 (très faible).	14. 520,40-520,79 17. 521,74-522,29 20. 523,33-524,11 24. 524,87-525,37 25. 526,54-527,01	13. S'étale vers le violet de $0^{\mu\mu},05$. L'intervalle entre 13 et 15 devient sombre. 15. S'élargit et se confond avec la bande 16. Déplacement du bord côté violet $0^{\mu\mu},05$. 16. Se dédouble fortement. La composante retardée diminue d'intensité quand le champ augmente et devient presque invisible. La composante accélérée est intense et va rejoindre 15. Écartement du doublet $0^{\mu\mu},37$. 18. S'élargit du côté violet de 0,08. 19. S'élargit. Déplacement des bords, environ $\pm 0,10$. L'intervalle entre 19 et 21 disparaît. 21. Ne semble pas changer. 22. Rejoint 21 et ne se déplace pas du côté rouge. 23. Devient plus faible.	13. Se dédouble et donne deux composantes inégales. Composante accélérée moins intense. Composante retardée rejoint bande 15. Écartement du doublet environ 0,31. 15. Se confond avec 16. 16. S'élargit un peu en diminuant d'intensité. L'intervalle entre 16 et 18 devient flou. 18. Se comporte comme la vibration parallèle au champ. 19. 21. 22. Se réunissent en une seule bande avec partie moins intense correspondant à l'intervalle 19-21. 22. Se déplace uniquement vers le violet de 0,17; en observant au moment de l'établissement du champ, on voit la composante retardée s'écarter et disparaître. 23. Disparaît totalement.

II. — Axe optique parallèle au champ.		III. — Axe optique normal au champ et au rayon.	
Vibration extraordinaire.	Vibr. ord. perpend. au champ.	Vibr. ord. paral. au champ.	Vibration extraordinaire.
1. Ne semble pas changer. 2. Le bord du côté violet rejoint la bande 1. Du côté rouge, se déplace de $0^{\mu\mu},37$. Une bande floue s'étend au delà sur $1^{\mu\mu}$ environ. 7. Deux composantes égales, plus étroites que la bande et bien séparées; écartement du doublet : $0^{\mu\mu},47$. 9. Se déplace légèrement vers le violet. 11. Se dédouble, écartement du doublet : $0^{\mu\mu},43$.	4. Léger élargissement. 5. Léger élargissement. 6. S'étend *du côté rouge seulement* et forme avec la bande suivante une région difficile à limiter. 10. Doublet peu net, écartement environ : 0,44. 12. Ne paraît pas changer.	Les bandes se comportent comme dans le cas où l'axe est parallèle au rayon incident.	1. 2. 3. } Ne changent pas. 7. S'étale vers le violet de 0,03 environ. 11. S'étale vers le rouge de 0,03 environ.
Toutes les bandes vertes s'élargissent, les bords se déplaçant de $0^{\mu\mu}$, 04 environ.	13. S'élargit, les bords se déplacent d'environ 0,06. 18. Se dédouble. Les composantes s'écartent proportionnellement au champ. *Écartement du doublet* $0^{\mu\mu},53$ dans un champ de 31800 u. C.G.S. 19. 21. 22. } Forment une seule bande. 23. S'élargit.		14. Se dédouble, écartement du doublet : 0,37. Composantes inégales, compos. accélérée moins intense. 17. Ne paraît pas changer. 20. S'élargit. Déplacement des bords $\pm 0,04$. 24. S'élargit. Déplacement des bords environ $\pm 0,2$. 25. Ne change pas.

Le xénotime (phosphate d'yttria avec erbine et terres rares) est l'un des cristaux uniaxes qui présentent les bandes d'absorption les plus fines et je me suis proposé de rechercher si ces bandes sont modifiées dans un champ magnétique.

Le spectre a été obtenu au moyen d'un réseau de Rowland; un rhomboèdre de spath permettait d'examiner à la fois les spectres correspondant à deux vibrations rectangulaires. Les mesures publiées aujourd'hui sont relatives à la propagation de la lumière dans une direction normale au champ magnétique.

Les variations des bandes d'absorption du xénotime dans le champ magnétique ont été observées en plaçant successivement l'axe optique dans la direction du rayon lumineux, puis normalement au rayon et aux lignes de force, enfin parallèlement au champ magnétique.

Les longueurs d'onde et leurs variations ont été évaluées par comparaison avec le spectre du fer. Deux groupes de bandes, l'un dans le rouge, l'autre dans le vert, ont été étudiés : les déplacements ont été mesurés dans un champ évalué approximativement à 31800 unités C.G.S., les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau précédent (p. 776-777).

Les résultats les plus importants paraissent être les suivants :

En premier lieu, le déplacement de quelques bandes (n°s 6, 18 et 22) est beaucoup plus considérable que l'effet que l'on pouvait attendre d'après la grandeur du phénomène découvert par M. Zeeman dans les spectres des vapeurs métalliques.

En second lieu, il est intéressant d'observer que les bandes du spectre ordinaire se comportent d'une façon très différente suivant l'orientation de l'axe du cristal, bien que l'orientation de la vibration ordinaire reste la même par rapport au champ magnétique : ainsi, lorsque l'axe est normal au champ, la bande verte n° 18, la vibration étant normale au champ, ne donne qu'une seule composante déplacée légèrement du côté du violet; au contraire, l'axe étant parallèle au champ, la même bande, pour la même direction des vibrations, se dédouble et l'écartement du doublet est de $0^{\mu\mu},53$ dans un champ de 31800 unités C. G. S. D'autre part, la bande verte n° 22 subit un grand déplacement dans le premier cas et ne varie presque pas lorsque l'axe est parallèle au champ. Ces variations suivant l'orientation de l'axe optique dans le champ semblent devoir donner des indications sur le degré de liberté des électrons en mouvement dans les cristaux biréfringents.

Enfin la différence entre les intensités des composantes séparées par le

champ magnétique doit également attirer l'attention. Comme exemple, on peut citer la bande rouge n° 6 et surtout la bande verte n° 22, dont la composante déviée du côté rouge ne peut être entrevue qu'au moment où l'aimantation s'établit progressivement dans l'électro-aimant; cette composante disparaît aussitôt que le champ devient intense. Peut-être cette inégalité résulterait-elle d'une orientation particulière des orbites des électrons, conséquence des propriétés magnétiques du cristal.

Ces phénomènes de dissymétrie sont indépendants du sens du champ magnétique.

Je me propose d'examiner les variations des bandes en dirigeant le rayon lumineux parallèlement aux lignes de force.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Osmose gazeuse à travers une membrane colloïdale.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. Lippmann.

Les physiciens qui ont étudié l'osmose des gaz, notamment Graham et Bunsen, se sont servis de plaques de graphite, de stuc, de plâtre, d'épaisseur variable ([1]), pour établir la loi connue sur le rapport inverse des racines carrées des densités aux quantités de gaz diffusés : $\frac{q}{q'} = \frac{\sqrt{d'}}{\sqrt{d}}$.

Mitchell de Philadelphie ([2]) et, 40 ans après lui, Boulland ([3]) se servirent de membranes animales, sans tenir un compte rigoureux de l'humidité qui les imprègne. Seul, Graham ([4]) exprima l'idée que, « à proprement parler, il n'y a pas de dialyse des gaz à travers les membranes colloïdales ». Mais ce n'était là qu'une vue de l'esprit. Nous avons repris la question des rapports entre septa colloïdaux et gaz, en nous dirigeant d'après les conseils affectueux de M. le professeur G. Weiss.

Voici d'abord notre dispositif expérimental :

Du gaz CO^2 bien sec arrive par la face interne d'une vessie de porc (blague à tabac)

([1]) Cette variabilité explique les divergences constatées entre les deux savants. Il résulte, en effet, des expériences de Faraday (*Ann. de Chim et de Phys.*, 2e série, t. X, p. 388) que l'épaisseur modifie notablement la vitesse de diffusion.

([2]) Mitchell, *Philadelphia Journal of medical Science*, vol. XII.

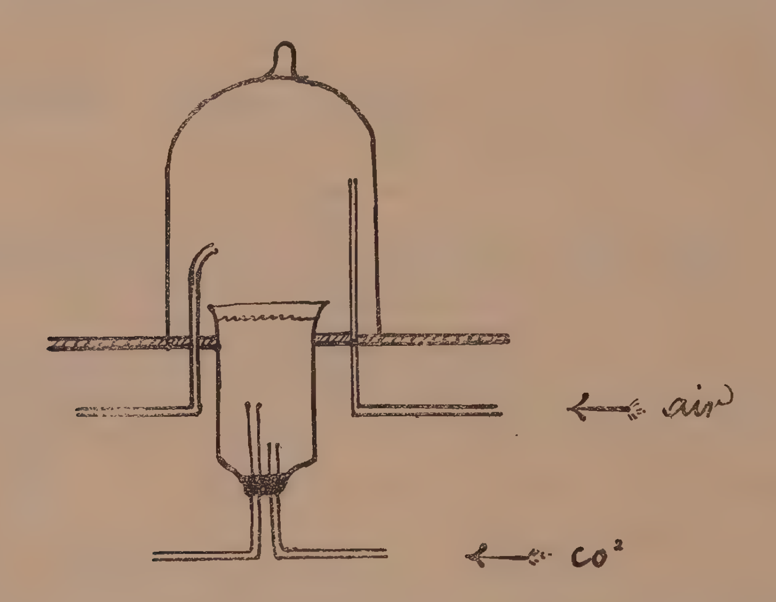
([3]) Boulland, *Journal de Robin*, 1873, p. 123 à 217.

([4]) Graham, *Philos. Trans.*, 1866.

fixée sur un récipient; de l'air, sec également et privé de CO^2, se rend à la face externe sous une cloche fermant hermétiquement au mercure. Le dégagement gazeux se fait bulle à bulle et sans différence de pression.

Le CO^2 qui diffuse est entraîné par l'air dans des tubes absorbants, à ponces potassique et sulfurique.

La membrane fut placée humide et, au bout d'une semaine, nous fîmes chaque jour une expérience de 30 minutes. Les résultats furent de 20^{mg}, 16^{mg}, 12^{mg} et 8^{mg} de CO^2. D'où ralentissement de l'osmose à mesure que le septum se desséchait.



En activant cette dessiccation par l'introduction d'un petit bocal de SO^4H^2 sous la cloche, retiré lors de l'expérience, les chiffres tombèrent en 15 jours de 7^{mg} à 0^{mg}, assez rapidement. Et rien ne diffusait plus, quelles que fussent la rapidité ou la durée du courant gazeux.

Conclusion. — Une membrane colloïdale déterminée, parfaitement desséchée, se montre imperméable au CO^2 quand il l'affecte par sa surface interne.

Dans les expériences de Mitchell, de Boulland, l'agent de l'osmose gazeuse est donc l'eau d'imprégnation du tissu, c'est-à-dire la dissolution. Et l'on doit s'attendre, après les travaux de Chevreul (¹) et de Wertheim (²),

(¹) Chevreul, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2ᵉ série, t. XIX, p. 32.

(²) Wertheim, *Ibid.*, 3ᵉ série, t. XXI, p. 385.

à ce que l'état physique des membranes se modifie sensiblement par le départ de cette eau.

ÉLECTRICITÉ. — *Contribution à l'étude de la décharge intermittente.* Note de M. G. **Millochau**, présentée par M. Lippmann.

Au cours d'un travail sur l'influence du mode de décharge dans les tubes à vide (1) j'ai été conduit à employer un système particulier d'électrodes, que je désignerai, par la suite, sous le nom d'*exploseur capillaire*.

Cet appareil se compose de deux fils métalliques de 2^{mm} de diamètre environ, placés en regard, sur un support convenablement disposé et coiffés chacun d'un tube de verre effilé par un bout, de manière que l'extrémité de ce tube présente une partie capillaire très étroite, l'ensemble ayant la forme d'un V renversé.

En écartant plus ou moins les deux tubes on fait varier la distance explosive et l'on peut obtenir un fonctionnement régulier. Les deux électrodes étant directement reliées aux deux pôles d'une bobine de Ruhmkorff, j'ai constaté que pour un diamètre déterminé du tube capillaire (fonction d'ailleurs de la longueur explosive) l'étincelle prend un aspect particulier, que les masses métalliques, situées dans le voisinage, sont le siège de phénomènes d'induction et qu'on en peut tirer des étincelles.

La grande netteté et l'intensité particulière du phénomène m'ont conduit à étudier, cette étincelle explosive avec l'appareil suivant, dont le principe est celui du miroir tournant.

L'image de l'étincelle est projetée par un objectif sur une pellicule circulaire fixée sur un disque tournant très rapidement autour d'un axe perpendiculaire à son plan et passant par le centre de ce disque.

Cet appareil appartient à la collection de l'observatoire de Meudon et a été imaginé par M. Janssen, en 1888 (2).

Entre l'étincelle et l'objectif est placée une lame de verre à faces parallèles et verticales, ayant 35^{mm} d'épaisseur et qui peut tourner rapidement autour d'un axe vertical, d'un quart de tour environ, à la façon d'un obturateur circulaire.

Le ressort qui actionne ce système peut être plus ou moins tendu pour permettre d'obtenir des vitesses différentes.

---

(1) Ce travail m'avait été suggéré par une remarque que j'avais eu l'occasion de faire dans l'examen spectroscopique des gaz au Vésuve.

(2) Cet appareil, construit par M. Chevallier en 1888, donne une vitesse de 170 tours par seconde.

L'image de l'étincelle décrit donc sur la plaque tournante une spirale analogue à celle produite pour l'enregistrement du son sur les disques des gramophones [1].

L'examen des épreuves obtenues montre qu'il ne s'agit pas ici d'une décharge oscillante proprement dite, mais d'une décharge *intermittente*, telle que celles déjà signalées par Feddersen (*Poggendorff's Annalen*, t. CIII, 1858, p. 69) et obtenues par lui en intercalant dans le circuit une résistance très élevée.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des photographies obtenues en dissociant l'étincelle à l'aide du dispositif décrit.

L'examen et la mesure d'une de ces épreuves montrent que les étincelles dont se compose la décharge se répartissent en groupes dont l'ensemble présente une certaine analogie avec le groupement des lignes dans les spectres de bandes.

Dans cette épreuve, j'ai pu distinguer quatre groupes, le premier comprend six étincelles séparées par des intervalles respectifs de $10^{mm},14$, $11^{mm},27$, $11^{mm},63$, $12^{mm},28$. Le deuxième est de six étincelles séparées par les intervalles : $10^{mm},59$, $11^{mm},57$, $11^{mm},98$, $12^{mm},79$, $12^{mm},20$. Le troisième de trois étincelles avec les intervalles $11^{mm},49$, $11^{mm},28$, et le quatrième, trois étincelles également avec les intervalles de $11^{mm},47$ et $12^{mm},21$.

La première étincelle de chacun des deux derniers groupes est, pour le troisième, entre la deuxième et la troisième étincelle du premier groupe et, pour le quatrième, entre la troisième et la quatrième.

Les intervalles entre deux étincelles d'un même groupe correspondent à une intermittence d'environ $\frac{4}{10000}$ de seconde. Dans une Note parue aux *Annales de Wiedemann* (t. LIX, p. 768), Schott signale certaines particularités sur les effets lumineux obtenus dans un dispositif à tube capillaire différent de celui que j'ai employé.

Il a étudié l'influence du diamètre du tube et celle de la pression, mais pas celle de la distance explosive; il a constaté les effets mécaniques provoqués dans le tube par le passage de l'étincelle; mais les effets d'induction à distance lui ont échappé malgré leur remarquable intensité.

L'exploseur capillaire ne semble donc pas agir comme un véritable oscillateur puisque le mouvement de l'électricité n'y est pas proprement ondulatoire. Il se comporte comme producteur de chocs brusques qui déterminent dans les conducteurs voisins la mise hors d'équilibre de l'électricité

---

[1] On pourrait obtenir le même résultat en substituant un miroir à la lame à faces parallèles.

qu'ils renferment. Celle-ci exécute alors dans chacun de ces conducteurs un mouvement oscillatoire dont la période est propre à ce conducteur suivant le mécanisme proposé par M. Poincaré pour expliquer la résonance multiple (1), mécanisme vérifié, comme on le sait, par les travaux de Bjerknes (2), Nils Strindberg (3) et Décombe (4).

J'ai obtenu des étincelles d'induction particulièrement brillantes en employant un résonnateur composé d'une grande longueur de fil très fin ($0^{mm},1$) enroulé sur un disque de bois de $0^m,30$ de diamètre et $0^m,02$ d'épaisseur, et dont les extrémités communiquaient avec les deux boules d'un micromètre à étincelles, relié d'autre part à de grandes capacités.

Les phénomènes paraissent d'autant plus nets et plus réguliers que le diamètre du tube capillaire est plus étroit.

L'introduction de selfs ou de capacités sur le circuit paraît conduire au même résultat. L'exploseur capillaire représente donc sous un faible volume un dispositif équivalent à celui résultant de l'emploi de selfs ou de capacités élevées.

Cette circonstance (5), jointe à l'intensité vraiment remarquable des phénomènes d'induction, montre qu'il y aurait intérêt à poursuivre l'étude de ce mode de décharge et peut-être aussi les conditions de son emploi dans la télégraphie sans fil.

PHYSIQUE. — *Nouvelles recherches sur les ampoules productrices de rayons X.* Note de M. **Nogier**, présentée par M. d'Arsonval.

Il résulte des recherches que nous poursuivons sur les tubes à rayons X que certains de ces appareils au moins ne produisent pas dans l'hémisphère opposé à l'anticathode un champ de rayons X d'intensité sensiblement constante. C'est le contraire de ce que l'on croyait jusqu'ici.

Dans des tubes *très mous* l'intensité du rayonnement X est *maxima* dans une région très voisine du bord de l'hémisphère fluorescent vert que nous appellerons *l'équateur röntgenien*.

---

(1) *Arch. de Genève,* t. XXV, 1891, p. 609.

(2) *Wied. Ann.,* t. LIII, 1894, p. 742, et t. LV, 1895, p. 121.

(3) *Arch. de Genève,* t. XXXII, 1894, p. 129.

(4) *Comptes rendus,* 1er sem. 1897, p. 1017.

(5) Le spectre de l'étincelle de l'exploseur est identique à celui de l'air avec étincelle condensée.

La décroissance de ce rayonnement se fait graduellement à mesure qu'on se rapproche de l'endroit où une perpendiculaire à la surface de l'anticathode (au point frappé par le faisceau cathodique) vient rencontrer la paroi de verre de l'ampoule. Il semble exister, suivant cet axe (*axe polaire anticathodique*), un minimum dans l'émission des rayons X.

La répartition des rayons dans l'hémisphère du tube opposé à l'anticathode se fait suivant une série de *petits cercles* parallèles à l'équateur röntgenien. En tous les points de ces petits cercles l'intensité des rayons X nous a paru *uniforme*.

Les tubes dont nous nous sommes servi étaient des ampoules de la maison Müller, de Hambourg, à anticathode ordinaire et à régulateur électrique. Ils donnaient des rayons 2 à 3 du radiochromomètre de Benoist.

L'inducteur était une bobine de Ducretet de 26^{cm} d'étincelle munie d'une soupape cathodique de Villard. Le courant au primaire était de 3 ampères et 80 volts. L'interrupteur était le nouvel interrupteur autonome de Gaiffe.

Le champ de rayons X a été étudié au moyen de bandes de papier au gélatinobromure d'argent, marque Lumière, placées sur une planchette découpée en demi-cercle. Tous les points du papier se trouvaient ainsi à égale distance du foyer anticathodique et recevaient un rayon d'incidence normale. Un intervalle moyen de 10^{mm} séparait le papier photographique de la paroi du tube.

OPTIQUE. — *Sur l'emploi de la lampe Cooper-Hewitt comme source de lumière monochromatique*. Note de MM. **Ch. Fabry** et **H. Buisson**, présentée par M. H. Deslandres.

Un grand nombre d'expériences d'optique exigent l'emploi d'une source intense de lumière monochromatique; tout progrès, dans cet ordre d'idées, permettant de faciliter l'exécution d'expériences difficiles, mérite d'être signalé.

On connaît les bons résultats que l'on obtient par l'emploi de *l'arc au mercure dans le vide* [1]; son spectre contient un petit nombre de raies très fines, faciles à isoler par des milieux absorbants convenables.

Depuis peu de temps, cette source de lumière, sous une forme légèrement modifiée, est entrée dans la pratique industrielle. Il nous a paru

---

(1) Fabry et Perot, *Sur une source intense de lumière monochromatique* (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, 1899, p. 1156). — Voir aussi *Journal de Physique*, 3e série, t. IX, 1900, p. 369.

intéressant de voir quels résultats donne cette nouvelle forme d'arc au mercure, connue sous le nom de *lampe Cooper-Hewitt*.

Son spectre est identique à celui de la lumière des anciens arcs au mercure. La lumière est fixe, d'éclat intrinsèque uniforme. Les raies jaunes et vertes sont assez fines pour donner des interférences observables jusqu'à une différence de marche de 22^{cm}, c'est-à-dire jusqu'aux environs du numéro d'ordre 400000. L'ancienne forme d'arc au mercure (modèle Perot-Fabry) donne à peu près le même résultat immédiatement après l'allumage; mais, après un fonctionnement de quelques minutes, probablement par suite d'un échauffement de la vapeur, les raies s'élargissent et la limite d'interférence tombe à peu près à la moitié de sa valeur primitive. Au contraire, dans la lampe Cooper-Hewitt, la différence de marche indiquée comme limite correspond à un état de régime, qui peut se maintenir indéfiniment. Les raies jaunes donnent des interférences particulièrement nettes, et les phénomènes de disparition ou de dédoublement successifs, lorsque l'on emploie simultanément les deux raies, sont nettement observables jusqu'à de très grandes différences de marche.

Le fait que la lampe Cooper-Hewitt est maintenant construite d'une manière industrielle n'est pas un médiocre avantage. Elle peut fonctionner indéfiniment sans surveillance et consomme peu d'énergie; en résumé, elle constitue, pour beaucoup d'expériences d'optique, une source de lumière de premier ordre. Toutefois, la présence de satellites qui accompagnent les quatre raies intenses du spectre visible empêche l'emploi de ces raies comme étalons fondamentaux en Spectroscopie.

CHIMIE. — *Sur l'isolement et sur les divers caractères atomiques du dysprosium.* Note de M. G. Urbain, présentée par M. P. Curie.

Les terres rares qui, dans mes fractionnements, sont comprises entre le terbium et l'yttrium, se composent uniquement des constituants de la terre X soupçonnée par Soret (*Arch. Sc. phys. nat.*, 2e série, t. LXIII, 1878, p. 99) dans les terres yttrifères fractionnées par Marignac (*Arch. Sc. phys. nat.*, 2e série, t. LXI, 1878, p. 283).

Clève (*Comptes rendus*, t. LXXXIX, 1879, p. 478) a donné à cette terre X le nom de *holmium* que l'usage a consacré, bien qu'il n'ait pu en séparer le terbium, l'yttrium et l'erbium, ainsi que l'établissent les recherches récentes de M. Forsling (*Bihang till k. Vet. Akad. Handlingar*,

Band XXVIII, Afd. II, 1902, n° 1) sur les produits préparés par le célèbre chimiste suédois.

M. Lecoq de Boisbaudran (*Comptes rendus*, t. CII, 1886, p. 1003) a établi en toute rigueur que le holmium défini par son spectre d'absorption visible était un mélange d'au moins deux éléments. Il a réservé le nom de *holmium* à l'élément qui donne les bandes considérées par Soret comme les plus caractéristiques de la terre X et le nom de *dysprosium* à une terre caractérisée par le spectre d'absorption visible suivant :

λ.			
De 756 à 750	Forte.	Maximum,	753
De 480 à 466	Moyenne diffuse.	»	475
De 456 à 446	Forte, très diffuse.	»	451,5
De 430,5 à 425	Moyenne.	»	427,5

La terre nouvelle dont M. Lecoq de Boisbaudran a pu préparer quelques décigrammes n'avait pu être isolée depuis et plusieurs auteurs, Kruss et Nilson (*Ber. chem. Gesell.*, t. XX, 1887, p. 2134), sir W. Crookes (*Proc. Roy. Soc.*, n° 245, 1886, p. 502), M. Forsling (*loc. cit.*), l'ont supposée complexe en tant qu'élément absorbant observé dans des mélanges divers.

La multiplicité et la sensibilité des spectres que chaque élément de ce groupe peut présenter (spectres d'étincelle, d'absorption, de phosphorescence dans les solutions solides ou liquides), observés jusqu'alors dans des terres incomplètement purifiées, furent le principal obstacle qui s'est opposé non seulement à l'étude complète, mais même à l'attribution de ces caractères atomiques divers. Pour apporter quelque clarté dans une question si complexe, les auteurs ont été contraints de considérer tour à tour les éléments rares, tantôt comme des éléments absorbants, tantôt comme des éléments phosphorescents, tantôt comme des éléments encore inconnus, caractérisés par quelques lignes d'étincelle ou d'arc, observés dans des spectres très compliqués renfermant un nombre extrêmement considérable de raies.

Ces éléments spectroscopiques de divers ordres que je considère comme identiques à l'élément absorbant dysprosium sont les suivants :

Éléments à spectres de lignes.

Z_γ (Lecoq de Boisbaudran, *C. R.*, t. CII, 1886, p. 153).

Δ (Demarçay, *C. R.*, t. CXXXI, 1900, p. 387).

X_2 (Exner et Haschek, Spectres ultra-violets).

Éléments phosphorescents.

Z_α (Lecoq de Boisbaudran, *C. R.*, t. C, 1885, p. 1437; t. CII, 1886, p. 899).

G_θ (Sir W. Crookes, *loc. cit.*).

J'ai pu, en effet, isoler environ 50g d'une terre présentant ces divers caractères spectraux avec une telle constance qu'il m'a été impossible jusqu'ici d'observer un indice permettant de la supposer complexe. Quatorze fractions consécutives ont accusé le même poids atomique moyen : $Dy = 162,49$. Mes nombres extrêmes ont été 162,64 et 162,28 et ces légers écarts ne peuvent être attribués qu'à des erreurs accidentelles dans les mesures.

L'oxyde pur de dysprosium est blanc et ne se peroxyde pas par calcination dans l'oxygène. Ses sels présentent nettement une coloration vert jaune. Les divers caractères des composés du dysprosium (solubilité des sels, basicité de l'oxyde, etc.) rangent cet élément dans la série des terres rares entre le terbium et le nouvel holmium. Outre son spectre d'absorption visible, le dysprosium présente un spectre ultra-violet particulièrement sensible et composé de bandes intenses et diffuses qui empiètent sur certaines bandes du terbium et du nouvel holmium et les masquent parfois totalement dans les mélanges.

Ce spectre est le suivant (solution neutre des chlorures) :

	λ.	
	de 400 à 394	Faible, très diffuse.
γ..	de 392 à 384,5	Très forte, diffuse. Le bord le moins réfrangible est le plus diffus. Maximum : 386,5.
	de 381,5 à 377	Moyenne très diffuse. Maximum : 379,5.
β..	de 368,5 à 361,5	Très forte, diffuse. Maximum : 365.
α..	de 355,5 à 345,5	Extrêmement forte et diffuse. Maximum : 351.
δ..	de 340 à 336	Assez forte diffuse. Maximum : 338.
α'..	de 329 à 316	Extrêmement forte. Maximum : 322,5.

Les autres caractères spectraux du dysprosium seront ultérieurement décrits en détail.

Parmi les diverses méthodes que j'ai expérimentées et qui m'ont permis d'isoler cet élément, c'est la cristallisation des éthylsulfates (G. Urbain, *Thèse*, avril 1899, Paris) qui m'a donné les meilleurs résultats.

Malheureusement la faible stabilité de ces éthers-sels ne permet pas d'en poursuivre le fractionnement journalier au delà de 18 mois, 2 ans au maximum; mais cette méthode sépare très efficacement le terbium du dysprosium. Les nitrates simples, isomorphes avec le nitrate de bismuth, permettent d'éliminer du dysprosium exempt de terbium toute trace d'yttrium *spectroscopiquement* décelable. Les deux méthodes sont également médiocres pour séparer le dysprosium du nouvel holmium et cette séparation

fort pénible impose, pour être complète, environ 20 fractions intermédiaires et exige plusieurs années de cristallisations journalières.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation industrielle de l'hydrure de calcium.* Note de M. **Georges-F. Jaubert**, présentée par M. H. Moissan.

Le calcium métallique divisé, ainsi que M. Moissan l'a démontré ([1]), absorbe à chaud une molécule d'hydrogène pour donner un hydrure répondant à la formule CaH^2.

Cet hydrure, sous l'action de l'eau à la température ordinaire, se décompose d'une façon analogue au carbure de calcium, en produisant un très vif dégagement d'hydrogène pur, suivant la réaction

$$CaH^2 + 2H^2O = Ca(OH)^2 + 2H^2.$$

D'après cette équation 1kg d'hydrure de calcium pur dégage 1143l d'hydrogène, mesurés à la température de 20°.

Nous avons entrepris et réalisé l'étude de la fabrication industrielle de ce nouveau produit. Cette fabrication se divise en deux phases :

1° *Fabrication du calcium métallique.* — Cette préparation a lieu par électrolyse du chlorure de calcium fondu. L'énergie électrique nécessaire pour préparer 100kg de calcium métallique par 24 heures est d'environ 20 volts et 7500 ampères, soit un courant de 150 kilowatts.

2° *Fabrication de l'hydrure de calcium.* — Cette fabrication consiste à chauffer le calcium métallique dans des cornues horizontales maintenues à haute température. Dans ces cornues circule un courant d'hydrogène gazeux que le calcium absorbe peu à peu. Après quelques heures de chauffe tout le calcium est transformé en hydrure.

Propriétés de l'hydrure de calcium industriel. — L'hydrure de calcium industriel se présente sous forme de morceaux irréguliers poreux, blancs ou gris ; sa dureté est considérable. Il est insoluble dans les dissolvants usuels, instantanément décomposable par l'eau froide, de même que les carbures alcalins et alcalino-terreux.

Il titre environ 90 pour 100 de produit pur, le résidu étant formé en majeure partie d'azoture et d'oxyde. Dans ces conditions, 1kg d'hydrure

---

([1]) H. Moissan, *Préparation et propriétés de l'hydrure de calcium* (*Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898, p. 29).

de calcium dégage, sous la simple action de l'eau, environ 1 mètre cube d'hydrogène pur.

Application à l'aéronautique. — 1^{kg} d'hydrure de calcium dégageant, comme nous venons de le voir, 1 mètre cube d'hydrogène pur et la force ascensionnelle de ce dernier étant d'environ 1200^{g}, cet hydrure de calcium est déjà utilisé pour les besoins de l'Aéronautique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'action des leucomaines xantiques sur le cuivre.* Note de M. N. Slomnesco. (Extrait.)

La théobromine, la théophiline, l'urée, probablement aussi les autres leucomaïnes xantiques, ainsi que d'autres bases analogues ont la propriété de précipiter le cuivre de ses solutions à l'état d'hydrate jaune. De même que les matières organiques réduisent le sublimé en calomel, de même on sait que la glycose réduit les sels du cuivre à l'état d'hydrate rouge; les bases ci-dessus ont presque la même propriété. Cependant il ne s'agit pas seulement d'une simple réduction, mais aussi d'une tendance de combinaison de ces bases avec le cuivre sous ce dernier état. Et si l'on fait bouillir du cuivre en limaille avec ces bases en solution aqueuse, on a le même précipité caractéristique, d'une couleur jaune trouble.

Ce réactif est intermédiaire entre l'hydrate de sodium et l'ammoniaque, tandis que l'hydrate de sodium précipite l'hydrate jaune d'une solution de chlorure cuivreux, l'ammoniaque le dissout et le réactif en question le reprécipite à son premier état.

Dans une solution de chlorure cuivrique comme dans toute solution d'un sel de cuivre, ce réactif précipite la moindre trace de cuivre, tandis que les alcalis en excès redissolvent leurs précipités. D'où un moyen de reconnaître la présence, dans les eaux potables, du cuivre provenant par exemple de l'emploi du sulfate de cuivre pour la purification des eaux d'égouts, ce sel pouvant donner un résultat satisfaisant en arrêtant indéfiniment la fermentation urique. Il agit non seulement en transformant le carbonate d'ammonium, produit de la fermentation :

$$SO^4Cu + 2AzH^3 + CO^2 + H^2O = CO^3Cu + CO^4(AzH^4)^2,$$

mais aussi par cette combinaison que je viens de signaler entre les sels de cuivre et ces bases contenues dans ces eaux.

J'attribue à cette précipitation du cuivre dans l'organisme, par les bases

xantiques, le fait que le cuivre dans des proportions convenables n'est pas toxique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau type de réactions d'équilibre.* Note de M. **L.-J. Simon**, présentée par M. H. Moissan.

L'acide diuréthanepyruvique dont j'ai signalé (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 535) la formation et les propriétés descriptives résulte de l'action de l'acide pyruvique sur l'uréthane en l'absence de tout agent de condensation

$$CH^3-CO-CO^2H+2NH^2-CO^2C^2H^5=H^2O+\underset{CO^2C^2H^5-NH\quad NH-CO^2C^2H^5}{CH^3-C\!\!\diagup\!\!\diagdown-CO^2H}$$

I. Le rendement de cette réaction est très bon, mais il ne devient quantitatif que si l'on élimine l'eau formée. Cette eau joue en effet un rôle antagoniste; elle a, vis-à-vis de l'acide diuréthanepyruvique, une action décomposante inverse de celle qui l'a produit. *Les choses se passent sensiblement comme dans le phénomène classique de l'éthérification d'un acide par un alcool en l'absence d'agent de condensation.*

L'acide diuréthanepyruvique est insoluble dans l'eau : en suspension dans ce liquide on peut le doser exactement en présence de phtaléine au moyen d'une liqueur alcaline titrée : le virage alcalin se produit en même temps que disparaît le dernier grain de substance.

Cependant, au contact de l'eau, il lui communique une réaction acide à l'héliantine, puis peu à peu il disparaît, en sorte que, par une analyse superficielle, on serait tenté de lui attribuer un coefficient de solubilité. En réalité, cette disparition se produit en conséquence d'une décomposition en uréthane et acide pyruvique qu'on peut facilement caractériser isolément dans la liqueur.

Cette action de l'eau est lente à la température ordinaire : 100$^{cm^3}$ d'eau font ainsi disparaître 0^g,15 par heure. Elle se poursuit régulièrement jusqu'à la disparition totale : 100$^{cm^3}$ peuvent faire disparaître jusqu'à 750^g d'acide.

II. La température a sur la vitesse du phénomène la même influence accélératrice que sur l'éthérification et la saponification.

100$^{cm^3}$ d'eau exigent à froid une dizaine d'heures pour dissoudre 1^g,75 de substance

mais les dissolvent en quelques instants à une douce chaleur. Cette action combinée de l'eau et de la chaleur rend compte de quelques particularités de l'histoire de l'acide diuréthanepyruvique : sa tendance à rester en surfusion s'il n'est pas absolument sec et l'impossibilité de réaliser à l'étuve cette dessiccation complète.

III. Il y avait lieu de se demander si l'acide est entièrement dissocié par l'eau ou bien si une fraction est maintenue dissoute grâce à la présence des produits de décomposition d'une autre partie. J'ai pensé que la cryoscopie pourrait me donner quelques renseignements sur ce point.

Dans un volume fixe d'eau on suspend un poids connu d'acide; on le fait entrer rapidement en solution en chauffant à une température convenable, on refroidit et l'on procède à la mesure. Les résultats conduisent à conclure que :

1° Pour une concentration déterminée l'état de la dissolution dépend de la température à laquelle elle a été portée : la dissociation croît avec la température ;

2° La dissociation croît avec la concentration, par suite de la température plus élevée qu'on est obligé d'atteindre pour provoquer dans le même temps la dissolution ;

3° La dissociation est totale pour la concentration la plus forte; pour les plus faibles il semble y avoir une molécule dissoute pour une dissociée.

IV. Les deux réactions inverses se limitent l'une l'autre. Je ne me suis pas préoccupé de fixer la limite commune avec précision. Néanmoins il m'est permis de donner à cet égard des indications approximatives.

Dans des expériences faites sur des quantités assez massives et poursuivies pendant des durées croissantes, le rendement effectif, c'est-à-dire le rapport entre le nombre de molécules d'acide combiné réellement recueilli et le nombre total de molécules d'acide mis en jeu, a pris les valeurs croissantes, en centièmes : 47, 55, 68 pour des durées de 2, 4, 11 jours. D'autre part, on arrive à la valeur un peu plus élevée, 71 pour 100, par la considération de la quantité minimum d'eau qui empêche toute réaction à froid.

Par cette valeur approximative de la limite comme par ses autres caractères le phénomène actuel se rapproche bien de l'éthérification des éthers ou des acétols, un peu plus de ces derniers par le nombre de molécules mises en jeu. Il se singularise par les molécules intéressées à la combinaison et à la décomposition et surtout par leur mode de liaison.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Mode opératoire pour le dosage du cadmium.* Note de M. H. BAUBIGNY, présentée par M. Troost.

Dans une Note antérieure (séance du 5 mars 1906, p. 577) j'ai démontré, par les résultats de mes expériences, que le sulfure de cadmium n'est pas aussi altérable qu'on le supposait et qu'on peut, sous certaines conditions, incinérer en sa présence le filtre sur lequel il a été recueilli. C'est ce mode opératoire dont je veux indiquer aujourd'hui les principaux détails.

La solution acide du sulfate de cadmium, chauffée à 85°-90°, est traitée par le gaz sulfhydrique en laissant s'abaisser lentement la température du liquide. Quand elle est tombée à 50°-55°, on arrête le courant gazeux, et l'on abandonne jusqu'à refroidissement complet en fermant le vase par une plaquette de verre. L'opération se fait au mieux dans une fiole conique. On a ainsi un précipité dense, constitué par une poudre cristalline rougeâtre, facile à filtrer et à laver. L'eau distillée suffit pour le lavage de cette matière cristalline.

En ajoutant 2 pour 100 *en volume* d'acide SO^4H^2 ($d = 1,84$) à la solution, la précipitation du cadmium est toujours totale, même si la liqueur ne contient que $0^g,001$ de $CdSO^4$ par 100^{cm^3} ($\frac{1}{100000}$). Pour des richesses plus élevées en métal, il n'y a cependant aucun inconvénient à augmenter la proportion d'acide libre; par exemple, pour une teneur en sulfate de cadmium de $0^g,150$ par 100^{cm^3}, la quantité d'acide SO^4H^2 peut être portée pour le même volume à 6^{cm^3} ou 7^{cm^3}. Seulement, pour que la précipitation soit complète avec cette proportion d'acide relativement forte, ainsi que lorsqu'il n'y a que des traces de cadmium même au cas d'un acidité notablement moindre, on ne doit filtrer le précipité qu'après 3 à 4 heures de repos, parce qu'alors les dernières portions du sulfure ne se séparent que lentement. C'est ce qui fait que dans une solution ne renfermant qu'un poids très minime de sel de cadmium, comme celle au $\frac{1}{100000}$, bien que le sulfure ne s'y forme en partie que lorsque le liquide s'est déjà refroidi, il se dépose encore à l'état cristallin, en raison de sa formation lente.

A chaud et en milieu acide, il est rare que le sulfure se fixe au verre et, quand le fait a lieu, l'adhérence est assez faible pour qu'avec une barbe de plume, en présence d'un peu d'eau, le produit soit vite détaché. Sur le tube abducteur du gaz sulfhydrique seulement, l'adhérence est parfois très forte; on opère alors la dissolution avec un peu d'acide chlorhydrique, qui sera utilisé ultérieurement.

Le sulfure cristallin (¹) une fois rassemblé et lavé sur le filtre, ce dernier est essoré sur du papier Joseph, puis tassé avec son contenu dans un creuset de Saxe, qu'on place sur une capsule en porcelaine à fond plat, reposant elle-même sur un fourneau Wiessnegg à flamme éclairante. On chauffe d'abord doucement et, lorsque la dessicca-

---

(¹) Sa densité est telle qu'un petit filtre de 5^{cm} de diamètre suffit amplement pour recevoir celui donné par $0^g,400$ de $CdSO^4$.

tion est complète, on élève la température de façon à décomposer peu à peu le papier du filtre, ce qui donne lieu à un dégagement de produits empyreumatiques.

Cette *distillation* achevée, on donne presque toute la flamme, mais sans lui laisser toucher la capsule et, en même temps, on renverse sur le creuset, pour lui constituer comme une sorte d'étuve, un entonnoir ébréché en deux ou trois points de façon à permettre l'accès de l'air. Dans ces conditions, le fond de la capsule peut aisément être amené à 500° (pince thermo-électrique) et en peu de temps on voit le squelette de charbon laissé par le filtre prendre feu en un point et l'ignition ([1]) se propager de proche en proche jusqu'à incinération complète en laissant le sulfure à nu. Cette combustion a lieu même assez rapidement, contrairement à ce qui se produit d'ordinaire, *à cette température,* pour les filtres chargés de matières étrangères. Le fait est certainement dû à la nature du précipité qui se détache facilement du papier. Cette incinération réussit d'autant mieux que le lavage du filtre a été plus parfait et l'acide sulfurique plus soigneusement enlevé. Car, si la carbonisation du papier pendant la dessiccation est provoquée par un reste de cet acide l'imprégnant encore, il se forme un charbon moins poreux que celui donné par la distillation et, par suite, plus difficile à brûler.

Quand, par hasard, un brin du filtre resté au-dessus de la masse du sulfure a échappé à l'incinération, il est ramené avec un petit fil de platine ([2]) sur le fond du creuset, où il ne tarde pas à être détruit.

Le sulfure est alors transformé en sulfate, par dissolution à tiède dans l'acide chlorhydrique qui a servi à enlever le sulfure déposé sur le tube abducteur du gaz sulfhydrique lors de la précipitation, et en évaporant ensuite avec quelques gouttes d'acide sulfurique ajouté avec l'acide chlorhydrique. Toute l'opération se fait en chauffant le creuset sur la capsule de porcelaine. Au début, lors de l'attaque du sulfure, on opère à douce chaleur et en couvrant avec un verre de montre pour parer aux pertes par projection, tandis qu'à la fin, après l'évaporation du liquide, lorsque l'odeur du gaz chlorhydrique chassé par l'acide sulfurique a disparu, on élève petit à petit la température pour volatiliser à son tour l'excès de ce dernier acide. Au besoin, on utilise l'étuve artificielle constituée par le système de l'entonnoir renversé. A 400°-450°, il ne reste que le sulfate de cadmium anhydre, très stable, comme on sait.

([1]) Le sulfure de cadmium qui, sous l'influence de la chaleur, a pris une teinte amarante foncée, donne lui-même au voisinage du charbon en ignition, par l'effet de l'éclairement, comme l'impression d'un corps porté à l'incandescence.

([2]) Avec un fil de platine très fin, on peut toucher les substances minérales portées à haute température sans avoir à craindre aucune perte par adhérence. Le plus souvent, rien ne reste après le fil et, quand il s'y fixe une particule de matière, on l'en détache par un léger choc du fil sur le bord du creuset.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de la matière albuminoïde du lait.* Note de MM. **Trillat** et **Sauton**, présentée par M. Émile Roux.

La nouvelle méthode de dosage que nous présentons est basée sur la propriété, déjà mise en évidence par l'un de nous ([1]), que possède l'aldéhyde formique d'insolubiliser, sans en faire varier le poids, les matières albuminoïdes du lait. Ces substances formolées, précipitées à l'état de poudre, offrent à l'action des acides et des alcalis une résistance remarquable qui permet de les purifier complètement par lavage, sans crainte de les redissoudre partiellement.

Après avoir étudié les conditions dans lesquelles ce dosage devait s'effectuer, nous avons soumis notre méthode à une série d'essais de contrôle, destinés à faire la preuve de son exactitude. Voici le résumé de notre travail :

Mode opératoire. — 5^{cm^3} de lait, étendus à 25^{cm^3} avec de l'eau distillée, sont portés à l'ébullition pendant 5 minutes; le liquide est ensuite additionné de 5 gouttes de formol commercial (il est important de remarquer que cette addition ne doit être faite qu'*après l'ébullition du lait*). On laisse bouillir encore 2 à 3 minutes; on abandonne au repos pendant 5 minutes, puis on traite le liquide par 5^{cm^3} d'acide acétique à 1 pour 100; on agite. Il se forme un précipité pulvérulent qu'on recueille sur un filtre taré, dès que le liquide surnageant est parfaitement limpide. Après avoir lavé à l'eau distillée, on introduit le filtre et son contenu dans un appareil à épuisement, où l'on extrait la matière grasse par l'acétone qui permet un dégraissage plus rapide que l'éther. On dessèche à l'étuve à 75°-80° et l'on pèse. L'opération totale s'effectue en moins de 2 heures. La matière grasse peut être dosée en évaporant l'acétone.

Le mouillage, l'écrémage, la stérilisation et l'aigrissement du lait n'ont aucune influence sur la bonne marche du dosage. La méthode a été également appliquée aux laits de brebis, de chèvre et d'ânesse, au petit lait de vache et au lait colostral ([2]). A titre d'exemple, voici quelques résultats se rapportant à 1^l de lait.

	Matière albuminoïde.		Matière albuminoïde.
Lait de vache	39,109	Lait de chèvre	36,64
Même lait mouillé au $\frac{1}{10}$	34,330	Lait d'ânesse	21,03
» à 50 p. 100.	19,500	Lait colostral (vache)	11
Lait de brebis	55,520	Petit lait	4,50

La méthode est applicable au lait conservé au bichromate de potasse.

([1]) *Comptes rendus*, 1er mai et 1er août 1892; *Id.*, 14 mars 1904.

([2]) Nous étudions à part un procédé de dosage du lait de femme basé sur le même principe.

Contrôle de la méthode. — Nous avons porté toute notre attention sur le contrôle de cette méthode en établissant : 1° que toute la matière albuminoïde est séparée; 2° qu'elle possède bien la composition élémentaire de la caséine; 3° enfin qu'elle n'a subi aucune variation de poids.

I. La complète séparation des matières albuminoïdes est démontrée : (*a*) par l'absence de toute trace de précipité dans les eaux du filtrat lorsqu'on y ajoute les réactifs les plus sensibles; (*b*) la recherche de l'azote dans le résidu de l'évaporation des eaux du filtrat a donné un résultat négatif; (*c*) le dosage de l'azote dans le lait concorde avec celui du précipité.

II. La composition élémentaire de la matière albuminoïde insolubilisée correspond bien à celle donnée par les auteurs qui se sont le plus attachés à sa purification. Nous avons aussi cherché à l'identifier avec la caséine purifiée d'après le procédé indiqué par Hammarsten.

	Matière albuminoïde insolubilisée.	Composition de la caséine d'après :		
		Dumas.	Volcker.	Hammarsten.
Carbone	52,88	53,50	53,43	52,96
Hydrogène	6,96	7,05	7,12	7,05
Azote..........	15,80	15,77	15,36	15,65
Oxygène	22,820	23,68	21,92	22,713
Phosphore	0,710		0,74	0,847
Soufre.........	0,830		1,11	0,780
Cendre.........	impondérable		0,32	impondérable
	100,00	100,00	100,00	100,00

III. La théorie s'accorde avec la pratique pour démontrer que la matière albuminoïde, à la suite de son insolubilisation sous l'action de la formaldéhyde, ne varie pas apparemment de poids et que cette variation est inférieure aux erreurs de pesées.

(*a*). La comparaison des poids moléculaires de la matière albuminoïde et de l'aldéhyde formique indique suffisamment que le poids du résidu aldéhydique fixé est insignifiant, par rapport à celui de la molécule albuminoïde combinée et ne peut entraîner qu'une augmentation de poids négligeable.

(*b*). L'insolubilisation de la caséine, exposée sous une cloche contenant des traces de trioxyméthylène, se produit sans variation apparente de poids.

(*c*). Inversement, le titre d'une solution de formaldéhyde ne change pas sensiblement en y laissant insolubiliser de la caséine. Le poids de la matière albuminoïde insolubilisée reste toujours le même lorsqu'on fait varier dans le dosage d'un même lait les proportions de formol. (Trouvé, par exemple, des chiffres de caséine variant par litre entre 38 et 38,2 pour un même lait formolé de $\frac{1}{1000}$ à 100 pour 100.)

On peut donc conclure de l'ensemble de ces résultats que la matière albuminoïde du lait est entièrement séparée et que sa transformation, sous l'influence de l'aldéhyde formique, ne fait pas varier sensiblement ni son

poids, ni sa composition élémentaire. Nous pensons que cette méthode ainsi contrôlée présente des garanties d'exactitude suffisantes pour légitimer son emploi. A ce titre, elle pourra contribuer à faire disparaître la pratique défectueuse qui consiste à évaluer par différence l'élément le plus important du lait.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur l'action catalytique exercée par les sels alcalins et alcalino-terreux dans la fixation de l'oxygène de l'air par les solutions de polyphénols.* Note de **E. Fouard**, présentée par M. Émile Roux.

I. La fixation de l'oxygène gazeux par les solutions de polyphénols, réaction qui s'accomplit dans les êtres vivants, est soumise, comme toutes les réactions biologiques définies, à de nombreuses influences modifiant sa vitesse dans des proportions très variables.

Une de ces influences, particulièrement activante, est due à la présence dans la solution de polyphénol d'un sel halogène de métal alcalin ou alcalino-terreux : elle appartient à la classe des actions dites *catalytiques*.

La fonction catalytique de ces sels est prouvée par les faits suivants :

1° Si à la solution d'un chlorure, on ajoute quelques gouttes d'une teinture neuve de gaïac, on observe un bleuissement graduel; si l'on y ajoute une solution d'hydroquinone, on observe l'altération progressive des couches superficielles du mélange.

2° L'essai témoin, sans chlorure, n'indique qu'une action très faible, dont une juste appréciation est fort incertaine pour les motifs suivants : d'abord l'eau distillée ne peut être chimiquement pure, rigoureusement exempte de sels; ensuite l'usage comparatif de vases de verre, de porcelaine, de platine accuse toujours un léger renforcement de teinte pour l'essai dans le verre, attribuable sans doute à une légère solubilité de celui-ci.

3° Les essais avec chlorures pratiqués dans des vases de verre, de porcelaine ou de platine, n'indiquent *aucune différence d'activité appréciable*, ce qui confirme l'action négligeable de la matière de la paroi, par rapport à l'action des sels.

4° Dans le vide, par l'absence d'oxygène, aucun changement ne se produit.

5° Cette propriété n'appartient qu'aux chlorures, bromures et iodures des métaux cités, y compris l'ammonium et le magnésium; elle est inappréciable pour les autres sels, sulfates, nitrates, phosphates, etc.

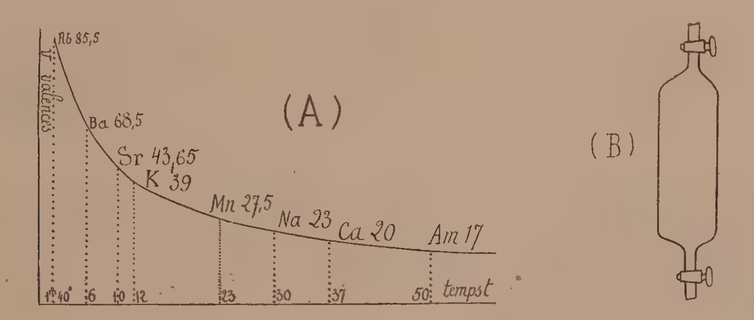
Ayant préparé avec des chlorures de ces métaux, vérifiés purs, et avec celui de manganèse comme terme de comparaison, des solutions contenant le même nombre de valences grammes par litre, j'ai étudié leurs activités dans deux réactions de ce genre, avec la teinture de gaïac et avec l'hydroquinone.

II. En employant un volume de 5^{cm^3} de chacune de ces solutions équivalentes, additionné de 10 gouttes de réactif de gaïac, j'ai mesuré, pour des séries de concentrations croissantes, jusqu'à la valeur de 2 valences grammes, le temps (t) employé par chaque mélange pour atteindre un bleu colorimétrique type, correspondant à un même terme d'oxydation.

J'ai observé : 1° que l'ordre décroissant des vitesses change avec la concentration, donc avec le coefficient d'ionisation; mais, dans tous les cas, le sodium et le calcium se montrent les plus actifs; 2° à la dose correspondant à 2 valences grammes, le phénomène se compliquant par le fait d'une coagulation, la suite croissante des temps (t) coïncide exactement avec celle décroissante des poids, comme le montre le Tableau suivant :

Solutions.	v valences.	t (en min.).	Solutions.	v valences.	t (en min.).	Solutions.	v valences.	t (en min.)
Rb Cl ($2n$) [1].	$\frac{85,5}{1} = 85,5$	$1^{m},40^{s}$	K Cl ($2n$)..	$\frac{39}{1} = 39$	12^{m}	Ca Cl² (n)..	$\frac{40}{2} = 20$	37^{m}
Ba Cl² (n)....	$\frac{137}{2} = 68,5$	6	Mn Cl² (n).	$\frac{55}{2} = 27,5$	23	Am Cl ($2n$).	$\frac{17}{1} = 17$	50
Sr Cl² (n)....	$\frac{87,3}{2} = 43,65$	10	Na Cl ($2n$).	$\frac{23}{1} = 23$	30	Li Cl ($2n$)..	$\frac{7}{1} = 7$	plus de 2 heures

Si l'on relie les deux variables t et v par une courbe, on obtient le tracé (A) de forme hyperbolique, dont l'équation est $tv^x = \text{const.}$



III. Des tubes cylindriques en verre, (B), fermés à chaque extrémité par un robinet, de volumes exactement jaugés, ont été remplis d'une quantité de solution égale à la moitié de la capacité totale de chacun d'eux. La solution était, pour chaque chlorure, normale pour les bivalents, binormale

---

[1] (n) = concentration moléculaire normale.

pour les monovalents, et contenait de l'hydroquinone à la dose de 2,5 pour 100. Un tube témoin, joint à cette série, contenait, au lieu de sel, de l'eau distillée. Tous ces tubes fermés, contenant un volume d'air égal au volume du liquide, isolé à température et pression connues, enduits de paraffine sur chaque robinet, ont été immergés dans un bain d'huile, pour éviter toute fuite gazeuse. Après 15 jours, pendant lesquels la réaction s'est poursuivie d'une façon continue, j'ai mesuré et analysé chaque résidu gazeux. Il a été constaté :

a. Une diminution du volume d'oxygène;

b. L'absence d'oxyde de carbone et d'acide carbonique.

Pour chaque sel, le volume d'oxygène absorbé a été mesuré et j'en ai déduit par calcul, avec corrections de température et de pression, la valeur du rapport

$$R = \frac{\text{oxygène absorbé}}{\text{oxygène total}}.$$

Les résultats sont les suivants, dans l'ordre décroissant de R :

	Pour 100.		Pour 100.
NaCl (2*n*).........	R = 76,1	$BaCl^2$ (*n*)..........	R = 62,2
$MnCl^2$ (*n*)..........	73,7	LiCl (2*n*).........	60,2
$CaCl^2$ (*n*)..........	70,4	$SrCl^2$ (*n*)..........	56,6
KCl (2*n*).........	67,7	Témoin eau.........	13,3

Conclusions. — Ces premières études caractérisent déjà quelques influences : 1° celle du rapport du poids atomique à la valence de l'élément, dans le cas du gaïac, où d'ailleurs une action coagulante du sel se superpose au phénomène étudié; 2° celle de la dilution, ou du coefficient d'ionisation ; 3° par suite de l'inaction des sels autres que les halogènes, on peut déduire que les ions négatifs ont ici une action spécifique et que les ions positifs en ont une autre, toutes les deux concourant à la réaction ; 4° l'ordre général de classification des métaux montre que les plus actifs, sodium, manganèse, calcium, potassium, sont parmi les éléments minéraux essentiels des êtres vivants.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Formation et distribution des composés terpéniques chez l'oranger à fruits amers*. Note de MM. **Eug. Charabot** et **G. Laloue**, presentée par M. A. Haller.

Cette étude viendra compléter et confirmer les résultats fournis par les recherches que nous avons déjà effectuées. Elle portera sur une plante

vivace ligneuse, l'oranger à fruit doux (*Citrus aurantium*), c'est-à-dire sur un exemple analogue à deux autres examinés déjà : mandarinier et oranger à fruits amers ([1]).

Nous nous occuperons successivement : 1° de la formation et de la distribution de l'huile essentielle; 2° de la distribution des divers principes constitutifs de l'essence.

Formation et distribution de l'huile essentielle. — Les organes végétaux ont été examinés à trois stades successifs de leur développement : le 26 mai 1904, des rameaux très jeunes ont été coupés dont on a séparé les feuilles et les tiges; le 17 juin 1904, on a fait sur les mêmes arbres une coupe de rameaux jeunes et une coupe de rameaux ayant de deux à quatre années d'existence.

Au *premier stade* nous avons trouvé :

Proportion d'huile essentielle contenue dans 100 parties						Poids d'essence contenu dans		
de tiges		de feuilles		de rameaux entiers			le poids de tige corresp.	une feuille et le poids de tige corresp.
fraîches.	sèches.	fraîches.	sèches.	frais.	secs.	une feuille.	à une feuille.	
0,055	0,184	0,095	0,404	0,089	0,366	0mg,295	0mg,025	0mg,320

Ces nombres montrent nettement, ce que nous avons déjà constaté dans les autres cas examinés, à savoir : *les feuilles sont sensiblement plus riches que les tiges en composés odorants,* encore que, au stade considéré, la proportion d'essence dans la tige soit relativement élevée.

Au point de vue absolu, *la feuille toute jeune renferme près de douze fois plus d'essence que la tige.*

Les nombres obtenus au *deuxième stade* sont les suivants :

Proportion d'huile essentielle contenue dans 100 parties						Poids d'essence contenue dans		
de tiges		de feuilles		de rameaux entiers			le poids de tige corresp.	une feuille et le poids de tige corresp.
fraîches.	sèches.	fraîches.	sèches.	frais.	secs.	une feuille.	à une feuille.	
0,073	0,132	0,222	0,735	0,182	0,513	0mg,755	0mg,092	0mg,847

Par rapport à la matière sèche, la proportion d'essence a diminué dans les tiges et augmenté dans les feuilles. Elle s'est accrue dans l'ensemble formé par ces deux organes.

Si la proportion d'essence a baissé dans la tige sèche; en d'autres termes, si la ma-

([1]) Charabot et Laloue, *Comptes rendus,* t. CXXXVII, p. 996, t. CXXXVIII, p. 1229 et p. 1513.

tière odorante ne s'est pas accumulée dans cet organe avec une abondance relative aussi grande que la matière végétale totale, *on en voit néanmoins apparaître un poids nouveau* ($0^{mg},092 - 0^{mg},025 = 0^{mg},067$) égal à près de trois fois le poids primitif. En même temps, *dans la feuille, la quantité absolue d'essence s'est accrue de*

$$0^{mg},755 - 0^{mg},295 = 0^{mg},460.$$

Dans l'ensemble des deux organes, il y a eu une augmentation du poids d'essence s'élevant à $0^{mg},847 - 0^{mg},320 = 0^{mg},527$.

Par conséquent, l'intervalle considéré correspond à une période de formation active de l'essence; l'accumulation de l'essence dans la tige est importante au point de vue absolu, mais elle se ralentit par rapport à celle des autres matières.

Au *troisième stade* considéré, nous sommes arrivés aux résultats suivants :

Proportion d'huile essentielle contenue dans 100 parties						Poids d'essence contenu dans		
de tiges		de feuilles		de rameaux entiers				
fraîches.	sèches.	fraîches.	sèches.	frais.	secs.	une feuille.	le poids de tige corresp. à une feuille.	une feuille et le poids de tige corresp.
0,008	0,012	0,221	0,602	0,096	0,180	$0^{mg},939$	$0^{mg},048$	$0^{mg},987$

La proportion d'huile essentielle a décru d'une façon considérable dans la tige, elle a décru aussi dans la feuille d'une façon sensible depuis le stade précédent. Elle a, par conséquent, baissé dans l'ensemble des deux organes, et cela aussi bien dans le premier stade que depuis le second.

Dans le poids de tige correspondant à une feuille, nous observons une diminution de $0^{mg},092 - 0^{mg},048 = 0^{mg},044$, c'est-à-dire 50 pour 100. *Dans chaque feuille il y a, au contraire, augmentation* de

$$0^{mg},939 - 0^{mg},755 = 0^{mg},184$$

du poids d'essence; de sorte qu'en somme il y a eu formation d'une nouvelle quantité d'huile essentielle entre les deux derniers stades. Mais l'écoulement dans la tige ne compense pas la consommation de composés odorants dans cet organe ou leur départ vers d'autres parties de la plante.

Distribution des divers principes constitutifs de l'huile essentielle. — Les quantités des différentes essences de tiges dont nous disposions ne nous ont pas permis d'effectuer d'une façon complète l'analyse de ces essences. Nous avons cependant pu constater qu'elles ne renferment que des traces de citral, et nous sommes arrivés à la conclusion suivante : *le citral se ren-*

contre plus abondamment dans l'essence de feuilles que dans l'essence de tiges, plus abondamment aussi dans la feuille elle-même que dans la tige.

L'analyse des essences de feuilles nous a montré que, *entre le premier et le second stade, la proportion de citral augmente dans l'essence ainsi que la proportion d'éther; le rapport entre l'alcool combiné et l'alcool total croît; enfin la teneur en alcool total diminue.* Il y a là une nouvelle confirmation des résultats obtenus par l'un de nous au sujet de l'évolution des composés terpéniques. D'autre part on peut constater que la période d'éthérification active des alcools est aussi celle pendant laquelle se forment des proportions notables d'essence.

A la fin, l'éthérification devient moins active. — De plus nous voyons que les essences non dissoutes dans les eaux de distillation renferment une proportion d'alcool éthérifié plus forte que les essences extraites des eaux. Par contre les premières paraissent renfermer un peu moins de citral que les secondes.

ZOOLOGIE. — *Sur un Cestode parasite des Huîtres perlières déterminant la production des perles fines aux îles Gambier.* Note de M. **L.-G. Seurat**, présentée par M. Edmond Perrier.

L'Huître perlière des lagons des Gambier (Océan Pacifique Sud), la *Margaritifera margaritifera* var. *Cumingi* Reeve, vivant par des fonds de 10^m à 25^m, est remarquable par la présence de kystes de dimensions et de formes très variées, qui se rencontrent dans les divers organes, plus spécialement dans les branchies et la lame d'attache de celles-ci; le ventricule, le manteau, les régions dorsale et latéro-dorsale du corps, les palpes labiaux, le foie, la paroi du rectum, la veine branchiale, sont les autres parties atteintes.

Ces kystes, dont le diamètre est d'environ $1^{mm},5$, renferment à leur intérieur un petit animal visible à l'œil nu, que l'on arrive à extraire assez facilement en dilacérant l'enveloppe.

Cet organisme est un ver, un scolex de Cestode que nous rapportons au genre *Tylocephalum* Linton; il continue à vivre dans l'eau de mer et se déplace, au fond du verre de montre dans lequel il est placé, par des mouvements de contraction et d'extension.

A l'état de contraction, ce scolex est ovoïde, atténué à l'une de ses extrémités et mesure 250^{μ} de longueur; l'extrémité la plus grosse présente un orifice arrondi, qui

mène dans une cavité en forme de dé, entourée d'un anneau musculaire très net, au fond de laquelle se trouve une petite trompe arrondie, mesurant 55$^{\mu}$ de diamètre à sa base; quand l'animal veut se déplacer, il dévagine la partie antérieure, la trompe et l'anneau musculaire sortant entièrement, et, en même temps, il s'allonge; presque aussitôt l'anneau musculaire, puis la trompe se réinvaginent.

Ce scolex est entouré d'une enveloppe anhyste assez épaisse; l'intérieur du corps est rempli de cellules arrondies, toutes semblables; il n'y a pas trace de différenciation interne, pas de tube digestif ni d'organes génitaux.

Les kystes peuvent renfermer une larve et alors ils sont de forme arrondie, ou en renfermer plusieurs, logées chacune dans une chambre distincte, et alors ils affectent les formes les plus variées; ils sont sécrétés par l'Huître perlière, qui réagit contre le parasite et l'enveloppe d'une série de lamelles concentriques, de nature conjonctive; à quelque distance du centre, le kyste est formé par un tissu œdémateux, présentant de nombreux espaces lacunaires; toute la région atteinte est riche en leucocytes.

Les scolex restent en cet état, dans les tissus de l'Huître perlière, sans que leur organisation interne se modifie, *quelle que soit l'époque de l'année* à laquelle on les examine; ils ne peuvent continuer leur évolution qu'à l'intérieur d'un second hôte qui d'après nos observations, est la raie-aigle (*Aëtobatis narinari* Euphr.).

Dans l'intestin spiral de cette raie, qui s'attaque aux Huîtres perlières, on trouve un certain nombre de Cestodes de petite taille, parmi lesquels une forme que nous considérons comme l'adulte de ces larves, et que nous décrirons sous le nom de *Tylocephalum margaritiferæ*.

Ce Cestode, dont nous possédons plusieurs spécimens, ne dépasse pas une longueur de 4^{mm}; le scolex, globuleux, mesure 190$^{\mu}$ de longueur, 200$^{\mu}$ de largeur.

Ce scolex est remarquable par la présence, à son extrémité antérieure, d'une cavité assez profonde au fond de laquelle se trouve une trompe qui fait saillie au dehors et peut se dévaginer.

L'orifice qui mène dans cette cavité est bordé par un anneau musculaire, immédiatement en arrière duquel se trouvent quatre ventouses accessoires, de 26$^{\mu}$ de diamètre et 5$^{\mu}$ d'orifice, difficilement visibles, et qui ne peuvent être observées que dans les spécimens éclaircis dans l'huile de girofle ou le carboxylol.

Le cou est bien séparé de la tête; les anneaux, au nombre d'une cinquantaine, sont arrondis, beaucoup plus larges que longs, surtout les anneaux antérieurs, et fortement engainants. Les scolex du *Tylocephalum margaritiferæ* paraissent attaquer uniquement l'Huître perlière; nous ne les avons trouvés ni dans les Méléagrines à nacre jaune (*Margaritifera panasesæ* Jameson) des lagons des Gambier et des Tuamotu, ni dans les autres Lamellibranches des lagons des Gambier.

Les raies-aigles s'attaquent de préférence aux Huîtres perlières dont la coquille est minée par les Cliones; elles brisent plus facilement ces coquilles devenues fragiles, en sorte que ces Éponges perforantes jouent un rôle important dans la transmission du parasite.

Ce Cestode a une importance économique considérable; les kystes de la région latéro-dorsale du corps et ceux du manteau constituent des noyaux autour desquels se forment les perles fines.

En décalcifiant des perles provenant des Gambier, nous avons trouvé, au centre, un noyau organique entouré d'assises concentriques de conchyoline, l'ensemble ayant près de 1^{mm} de diamètre; le noyau lui-même est constitué par un organisme de 225^{μ} de longueur, en lequel il est facile de reconnaître le scolex du *Tylocephalum*.

Les kystes déterminés dans les tissus de l'Huître perlière par la présence de ce parasite ont d'ailleurs toutes les formes réalisées par les perles. Il est à remarquer, en outre, que les Méléagrines les plus perlifères se rencontrent dans les lagons ou bancs nacriers où les raies-aigles sont les plus communes.

Le genre *Tylocephalum* n'était connu jusqu'à présent que par une espèce, trouvée par Linton (¹) dans la valvule spirale du *Rhinoptera quadriloba* Cuv. et qui diffère de l'espèce que nous avons trouvée par des dimensions beaucoup plus considérables.

Les observations que nous avons pu faire aux îles Gambier dès 1902 (²), et celles d'Herdman et Hornell relatives à la Méléagrine de Ceylan (*Margaritifera vulgaris* Schum.), montrent quel rôle important les larves de Cestodes jouent dans la formation des perles fines chez les Huîtres perlières.

HISTOLOGIE. — *Origine concrète et très précise des nerfs.* Note de M. **N.-A. Barbieri**, présentée par M. Edmond Perrier.

Une étude préalable de la composition chimique du tissu nerveux chez les Mammifères m'a permis d'en séparer les principes les plus importants (³).

(¹) Linton, *Notes on Entozoa of marine Fishes of New England* (*Report Comm. Fish and Fisheries for* 1887, Washington, 1890).

(²) A. Giard, *L'origine parasitaire des perles d'après les recherches de M. G. Seurat* (*C. R. Soc. de Biologie de Paris*, t. LV, 1903, p. 1222-1225, *fig.* 1-3).

(³) *Comptes rendus*, 5 juin 1905.

Pour préciser la proportion de ces principes et leur localisation, il m'a semblé utile de rechercher à l'aide de méthodes simples la structure intime du tissu nerveux. Ce tissu se divise en deux grandes parties : une partie blanche ou tubulaire et une partie grise ou cellulaire. Un point m'a semblé tout particulièrement nécessaire à éclairer : savoir l'origine des nerfs médullaires. A cet effet, après avoir fixé la moelle épinière de l'homme ou du chien dans le bichromate de potassium, j'ai arraché séparément les racines antérieures et postérieures et je les ai soumises séparément à l'action prolongée des matières colorantes. J'ai alors constaté qu'il y a des parties d'une coloration differente, une partie extramédullaire d'une coloration intense et une partie intramédullaire d'une coloration faible. La ligne de démarcation précise entre ces deux parties est donnée par la limite extrême de la gaine de Schwann. Cette gaine s'arrête exactement aux bords des sillons médullaires latéraux, où elle se confond et se joint avec le conjonctif de la pie-mère. Lorsque l'arrachement a été complet, on voit les racines médullaires se terminer par un faible panache. Si l'arrachement a été incomplet, on voit alors le cône radiculaire dépourvu des panaches.

Le cône radiculaire de chaque paire de racines antérieures et postérieures est formé de très nombreux tubes nerveux qui ne sont pas accolés les uns les autres, mais intimement enchevêtrés et réunis par de fines fibrilles du conjonctif intertubulaire.

On parvient à l'aide d'une patiente dissociation à isoler parfaitement plusieurs tubes nerveux. On constate alors que chaque tube nerveux se compose de deux cylindres emboîtés l'un dans l'autre. Le cylindre extérieur, formé par la gaine de Schwann, s'arrête exactement aux sillons médullaires latéraux, où il reçoit le cylindre antérieur dit *prolongement neural*. Le cylindre extérieur est accolé à la membrane du prolongement neural, il peut perdre son aspect nacré par simple élongation du nerf. Le prolongement neural naît directement de la cellule nerveuse comme on peut le concevoir par la longueur qu'il présente mise en rapport avec la cellule d'origine. Le prolongement neural est formé d'un crochet, d'une mince membrane et d'un contenu. Le crochet indique le point d'origine cellulaire, la membrane est la continuation de la mince membrane neurale qui forme la limite des cellules nerveuses et le contenu, dit *neuroplasma,* est hyalin, légèrement granuleux et l'on peut le considérer comme un produit d'élaboration de la cellule nerveuse.

Dans son parcours intramédullaire le prolongement neural n'a pas le même calibre, il sort très fin de la cellule et il grandit au fur et à mesure qu'il s'approche du cylindre extérieur, où, tout en gardant sa membrane, il prend sa forme définitive déterminée par le calibre uniforme de la gaine de Schwann.

Le prolongement neural observé dans une section transversale présente la même uniformité de son neuroplasma. A chaque tube nerveux des racines antérieures et postérieures correspond un prolongement neural, à chaque prolongement neural correspond une cellule médullaire.

Toutes les substances colorantes connues appliquées à l'étude du prolongement neural m'ont donné les mêmes résultats. Le neuroplasma des cordons médullaires et de la substance blanche encéphalique exprimé à travers une toile très fine m'a donné les mêmes réactions microchimiques du prolongement neural. Enfin, si après avoir arraché les racines médullaires fixées dans le bichromate de potassium, on les soumet à une faible solution de nitrate d'argent, on trouve que le chromate d'argent met en relief, par une différence de coloration, l'aspect de deux cylindres, aspect qu'on peut même rendre plus évident par l'emploi successif des matières colorantes. Ces méthodes appliquées à l'étude des cordons médullaires m'ont montré que chaque cordon médullaire se compose d'un ensemble de tubes nerveux. Chaque tube nerveux des cordons médullaires est formé d'une gaine conjonctive qui est plus épaisse que la mince membrane neurale, mais moins épaisse que la gaine de Schwann, et d'un contenu en apparence homogène au neuroplasma.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'hématogène et sur la formation de l'hémoglobine*. Note de MM. **L. Hugounenq** et **Albert Morel**, présentée par M. Armand Gautier.

La substance mère de l'hémoglobine dans l'œuf de poule, l'hématogène, présente avec l'hémoglobine des analogies et aussi des différences que nos recherches nous ont permis de mettre en évidence. Dans des Communications antérieures ([1]), nous avons donné, à la suite d'une analyse complète de l'hématogène purifié, les résultats des tentatives que nous avons faites pour hydrolyser cette matière.

Nous avons montré que, sous l'influence des acides dilués et bouillants, l'hématogène se dédouble en acides amidés en donnant 11 pour 100 d'azote des diamides, contre 18 pour 100 d'azote monoamidé. Ces acides proviennent de la décomposition d'une matière protéique comparable à la globine de l'hémoglobine, comme elle riche en diamides et, comme elle aussi, susceptible d'être rattachée au groupe des histones.

D'autre part, l'hématogène donne, par hydrolyse, un pigment noir (7 pour 100), qui, recueilli et analysé, a présenté la composition suivante :

C............	65,90 pour 100	Az............	6,67 pour 100
H............	4,37 »	Fe............	2,60 »

([1]) *Comptes rendus*, séances des 10 avril et 20 novembre 1905.

Ce composé entraîne une petite quantité de matière minérale où nous avons reconnu la présence du soufre et du phosphore.

En raison de ses analogies avec l'hématine, nous proposons de donner à ce pigment le nom d'*hématovine;* car il représente dans l'œuf de poule un état embryonnaire et incomplètement différencié de l'hématine.

Il est possible, du reste, que l'hématogène et l'hématovine ne se rencontrent pas seulement dans l'œuf plus ou moins développé, mais représentent aussi chez l'adulte un stade d'élaboration de l'hémoglobine au cours du métabolisme incessant de cette matière colorante. Von Seiller, en effet, a signalé dans le sang des chlorotiques la présence d'une nucléo-protéide ferrugineuse autre que l'hémoglobine, et Freund (1), qui a retrouvé ce pigment, l'a vu se dédoubler en une protéide et en un produit brun foncé, analogue à l'hématine.

La présence dans le sang de ce chromogène incolore, mais riche en fer, permettrait d'expliquer les différences constatées bien des fois dans les dosages comparatifs de l'hémoglobine par les méthodes colorimétriques et par la détermination du fer.

On sait que ces écarts sont plus marqués chez les malades qui présentent des troubles de la composition chimique du sang.

MÉDECINE. — *Hyperthermies opératoires aseptiques.* Note de MM. **Charrin** et **Jardry**, présentée par M. d'Arsonval.

A la suite des opérations, plus rarement des accouchements, on observe des poussées thermiques parfois élevées mais de courte durée. Après l'intervention, dans plus d'un cas dès la quatrième ou la huitième heure, la température s'élève; rapidement elle atteint son maximum, s'y maintient un jour ou deux, même moins et, promptement, avec ou sans oscillations, revient à la normale. Or, chez l'animal, il est possible de produire des accidents analogues et, grâce à l'analyse des faits, on parvient à saisir le mécanisme des phénomènes et à préciser leur valeur.

Expérience I. — Le 9 février 1906, chez un chien pesant 5^{kg}, à l'aide d'un tube en caoutchouc pourvu à chaque extrémité d'une canule en verre, on établit une communication entre la cavité péritonéale et l'une des artères fémorales. L'appareil, d'ailleurs parfaitement stérilisé, une fois en place, on enlève une pince à forcipressure, qui jusque-là, en écrasant ce tube en caoutchouc, s'opposait au passage du sang, dont on

(1) *Wiener Klin. Wochensch.*, 1903, n° 27.

laisse alors 18g pénétrer dans la séreuse. Puis, cet épanchement réalisé, on retire l'instrument et, en continuant à s'entourer des plus minutieuses précautions aseptiques, on suture les plaies.

Tout d'abord, on note un abaissement thermique immédiat de 0°,3, probablement dû à l'immobilisation de l'animal. Mais, dès la troisième heure qui suit cette intervention, l'ascension commence et en moins d'une demi-journée la température rectale s'élève de 38 à 39,5. A partir de ce maximum elle décroît, offre le lendemain et le surlendemain quelques oscillations et revient à la normale.

Expérience II. — Quelques jours après cette première expérience, chez le même chien complètement rétabli et en observant une technique identique, on fait pénétrer dans le péritoine 90g de sang puisé dans la fémorale demeurée intacte.

On note également un très léger abaissement immédiat; puis, en 6 heures, la température de l'animal passe de 38,1 à 39,9. Ce fastigium atteint, cette température tend à fléchir; toutefois, durant quelques jours, sans doute en raison d'une contamination accidentelle de la plaie abdominale ouverte deux fois, elle se maintient relativement élevée et tarde à revenir au chiffre physiologique.

Expérience III. — Utilisant toujours les mêmes procédés, chez un nouveau chien pesant 12kg, le 7 mars 1906 on introduit dans la cavité péritonéale 65g de son propre sang. — 5 heures après la température rectale s'est élevée de 0,6 et, le 8, elle passe de 38,4 à 38,7; mais, dès le 9, une soudaine diminution ramène cette température au point de départ.

Assurément, d'autres faits [1] démontrent la réalité de ces hyperthermies consécutives à des interventions sanglantes; néanmoins, peut-être plus exactement que la plupart d'entre eux, nos expériences (sang de l'animal en cause, etc.) reproduisent les conditions de la clinique. Or si, par l'examen histologique comme par les cultures, on analyse les résultats obtenus, on reconnaît que ces phénomènes sont indépendants de toute infection, indépendance que l'absence d'incubation suffit à mettre en évidence.

D'ailleurs, à la suite de la résorption de certains liquides d'œdèmes ou d'épanchements séreux, il est possible d'enregistrer des accidents analogues. Parfois même (bien qu'à cet égard les effets obtenus soient inconstants et plus rarement positifs), en injectant ces liquides on parvient à provoquer des élévations thermiques. En dehors des aptitudes à réagir, aptitudes mobiles suivant les animaux utilisés, ces variations dépendent des quantités employées, de la nature, de la composition de ces produits, de leurs caractères d'exsudats ou de transsudats, de leur ancienneté, des conditions de l'absorption, etc.

---

(1) Voir, en particulier, PILLON, *Soc. Biol.*, 9 mars 1896, et Thèse inaug.

Comment expliquer ces hyperthermies ? D'un côté, il faut se souvenir qu'en introduisant, sous la peau ou dans la circulation, du sérum artificiel, des matières minérales, des principes extraits d'une série d'organes, diverses substances protéiques, des corps issus des leucocytes par sécrétion, exosmose ou dislocation de ces leucocytes, en particulier des diastases, au premier rang le fibrin-ferment, etc., à des degrés variables on réussit à déterminer des ascensions du thermomètre. D'autre part, il importe de remarquer que des sérosités, plus encore le sang, sont susceptibles de renfermer de tels éléments.

Ainsi, chez des opérés ou des accouchées, l'infection n'est pas seule capable d'engendrer des poussées pyrétiques ([1]). Comme nul ne l'ignore, ces poussées peuvent être l'œuvre soit d'une exagération du travail glandulaire (hyperfonctionnement hépatique ou thyroïdien; montée laiteuse, fièvre mammaire, etc.), soit des réactions nerveuses (fréquence des émotions au moment des opérations ou des accouchements) propres à mettre en jeu des centres thermogènes on trophiques ([2]), etc. Toutefois, ces influences sont habituellement de peu d'importance; les vrais accès hyperthermiques aseptiques sont plutôt d'origine toxique et, en général, à une intensité assez considérable ils joignent une durée relativement courte.

En dépit de la fréquence des processus infectieux, dans certaines circonstances il est bon de songer à de tels accidents et, grâce à quelques symptômes (persistance relative de la diurèse, de l'humidité de la langue, de l'expression naturelle du facies, incubation nulle on très minime, etc.), il faut s'efforcer de dépister leur nature. Au point de vue du pronostic, qui ne conçoit la portée d'un semblable diagnostic, d'une pareille distinction? D'un côté (origine toxique ou chimique), le trouble est passager, la guérison assurée; de l'autre (origine microbienne), le phénomène comporte toute la gravité d'une infection, dans l'espèce souvent très sévère.

([1]) Il n'y a pas lieu de discuter ici la place que tient dans la fièvre l'élément hyperthermique.

([2]) On sait qu'à la suite des émotions l'urée varie; en général, les sensations gaies provoquent une augmentation, une accélération des échanges capable d'entraîner un accroissement de chaleur.

GÉOLOGIE. — *Contribution à l'histoire du géosynclinal piémontais.* Note de M. ÉMILE ARGAND, présentée par M. de Lapparent.

Si nous déroulons par la pensée les boucles grandioses des nappes piémontaises, de façon à reconstituer, autant que faire se peut, l'ancien géosynclinal des schistes lustrés, nous pouvons discerner, à travers l'infinie complexité des détails, l'influence de facteurs très généraux. Les deux formules que nous allons en donner, sans prétendre à une absolue rigueur, peuvent suffire pour une première approximation. Elles s'appliquent essentiellement au vaste territoire que limitent au Nord le Rhône valaisan, à l'Est la vallée de Saas, au Sud la vallée de l'Orco, à l'Ouest les deux vals Ferret.

I. *Le métamorphisme caractérise par les roches vertes va en croissant du bord externe au bord interne du géosynclinal.* — Le principe de l'aggravation du métamorphisme régional vers l'intérieur des Alpes, entrevu ou énoncé par nombre d'auteurs, n'a jamais été étendu à toute la largeur du géosynclinal. Il ne se vérifie que pour la série mésozoïque. Du reste, la démonstration péremptoire n'en peut être fournie qu'aujourd'hui. Une telle démonstration exige, en effet, l'élucidation préalable de la tectonique générale, à la lumière de laquelle nous pouvons enfin apprécier les rapports primitifs des diverses bandes mésozoïques, presque toutes transposées aujourd'hui.

Dans les schistes lustrés du val Ferret, c'est-à-dire sous la nappe IV, les roches vertes sont fort rares. Dans la moitié externe de la bande d'Evolène (synclinal IV-V), elles deviennent assez fréquentes; sur la nappe V, elle commencent à prédominer; dans le synclinal V-VI (val Tournanche, moitié interne de la bande d'Evolène), les *pietre verdi* l'emportent décidément en étendue sur les schistes lustrés, et en même temps apparaissent les premiers types massifs. Enfin, sur la nappe VI et jusque dans la zone d'Ivrée, la prépondérance des types massifs est incontestable.

Ainsi on peut suivre pas à pas l'envahissement progressif des schistes lustrés par les roches vertes, à partir de la bande de Sion jusqu'à la zone d'Ivrée. La persistance, à la base de tous ces complexes, d'un horizon à lentilles calcaires, constitue un repère précieux. Dans la partie nord de la région, où le facies calcaire atteint un grand développement, l'âge triasique de cet horizon a été établi depuis longtemps par Gerlach. Ce facies perd beaucoup de son importance vers le Sud, mais il n'en persiste pas moins

sous forme de lentilles intercalées dans les schistes lustrés ou leurs équivalents. Bien que les phénomènes tectoniques aient certainement accentué cette allure lenticulaire, nous sommes en mesure d'attribuer l'essentiel du phénomène aux conditions originelles de la sédimentation.

La base des schistes lustrés valaisans, où vient s'émietter le facies calcaire du Nord et dans laquelle fondent littéralement les quarzites du Trias inférieur, est certainement triasique.

Et maintenant, grâce à la continuité structurale, désormais établie, qui règne entre toutes les nappes à facies piémontais, il nous paraît absolument légitime d'étendre cette conclusion aux régions qui furent autrefois la zone interne du géosynclinal, pour autant qu'elles présentent le même régime stratigraphique. L'horizon à lentilles calcaires du Collon, de la Valpelline et de la zone d'Ivrée est triasique.

II. *Le métamorphisme du Permo-Carboniférе va en croissant des deux bords du géosynclinal vers le centre.* — La bande houillère dite *axiale*, c'est-à-dire le faisceau des digitations externes de la nappe IV, montre déjà quelques avant-coureurs du facies micaschisteux qui prédomine dans la nappe du Grand Saint-Bernard; dans sa région interne, celle-ci présente déjà quelques concentrations gneissiques. Dans cette portion encore plus interne de la nappe IV qui a été *encapuchonnée* [1] par la nappe V et qui forme aujourd'hui les massifs du Mischabel et de Valsavaranche, les gneiss atteignent un développement considérable. Le maximum de cristallinité est atteint dans la nappe V (Grand Paradis-mont Rose), issue du centre du géosynclinal. C'est avec cette acception entièrement nouvelle que ce gneiss mériterait peut-être de conserver le nom de *gneiss central,* mais certainement pas dans le sens attaché à ce terme depuis Gastaldi.

Le gneiss de la nappe VI, dit d'Arolla, est en général moins largement développé, et la réduction du type s'observe déjà dans les replis méridionaux du massif de la Dent-Blanche; il passe vers le Sud, par le mont Mary et le mont Emilius, à un facies micaschisteux, répétant ainsi en sens inverse la série des phénomènes présentés par la nappe IV. Enfin, dans les régions tout à fait internes, le Carbonifère faiblement métamorphique est connu en divers points du Canavese, au bord même de la plaine piémontaise.

---

(1) Nous proposons le terme d'*encapuchonnement* pour désigner les déformations qui résultent de la résistance d'une nappe déjà formée à la propagation d'une nappe plus jeune. La première se déforme de façon à envelopper à distance la charnière frontale de la seconde. Dans le cas particulier, on peut démontrer que la mise en place de la nappe V est postérieure à celle de la nappe IV.

C'est en s'appuyant sur des phénomènes analogues que M. Lugeon a pu établir que les nappes des hautes Alpes calcaires sont plus jeunes que les nappes préalpines.

Ainsi la répartition du métamorphisme dans le grand géosynclinal, encore que sujette à d'innombrables variations locales, obéit à des lois générales très simples, mais différentes pour la série paléozoïque et pour la série mésozoïque.

Nous ne disposons pas d'éléments d'appréciation suffisants pour aborder la question de savoir s'il y a eu réellement superposition de deux métamorphismes, ou bien si les deux lois précitées ne dépendent pas d'un même ensemble de facteurs, d'ordre encore plus général. La question méritait en tout cas d'être posée.

A peu de distance en dedans du bord interne de la zone d'Ivrée, on ne rencontre plus d'éléments ayant appartenu au géosynclinal des schistes lustrés. Quant à la zone Strona-Valteline et aux nappes qui en sont issues (1), il y a de très fortes raisons pour y voir le résultat de la déformation extrême d'un môle très ancien. Ce môle a constitué, pendant de longues périodes géologiques, la limite méridionale du géosynclinal des schistes lustrés.

Dans la région où ce horst méridional s'approche le plus de ceux de la première zone alpine (Aar-Gothard), l'effort orogénique, s'exerçant sur un géosynclinal plus étroit, a produit des effets plus intenses que dans les territoires situés à l'Est ou à l'Ouest. C'est la raison pour laquelle les plans axiaux de toutes les nappes piémontaises sont affectés d'un bombement maximal dans leur passage à travers le Tessin.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Contribution à la géographie physique de l'Atlas marocain.* Note de M. **Louis Gentil**, présentée par M. de Lapparent.

Les géographes s'accordent à diviser l'Atlas marocain en trois chaînes principales, généralement désignées sous les noms de *Haut-Atlas*, *Moyen-Atlas* et *Anti-Atlas* (2).

J'ai rapporté de mes explorations de nombreuses données sur le Haut-Atlas et je me propose, par cette Note, de discuter la subdivision orographique qui en a été donnée.

---

(1) C'est-à-dire la majeure partie des noyaux cristallins des nappes orientales.

(2) Paul Schnell, *L'Atlas marocain, d'après les documents originaux* (*Petermanns Mitteilungen*, 1892). Traduction française par Augustin Bernard. Paris, 1898.

La partie de la haute chaîne située au sud de Marrakech a été le principal objectif de la plupart des voyageurs marocains : Balansa, Rohlfs, Lenz, von Fritsch, Hooker et Ball, de Foucauld, Thomson, etc., ont publié d'importants travaux qui ont été le point de départ d'une remarquable synthèse sur l'Atlas marocain, de la part du géographe Paul Schnell.

Depuis, les brillantes explorations de M. de Segonzac à travers le Moyen et le Haut-Atlas, les recherches géologiques de M. Brives et de M. Paul Lemoine, dans l'Atlas occidental, ont apporté des documents nouveaux sur ce massif. Mais, tandis que le flanc septentrional de la chaîne qui regarde la capitale du Sud marocain a été très visité, ses extrémités l'ont été fort peu et l'on peut dire que le flanc méridional de la haute chaîne est demeuré presque inexploré avant nos voyages.

J'ai eu la bonne fortune de pouvoir circuler en tous sens dans le Haut-Atlas, depuis la côte atlantique jusqu'au méridien de Demnat, notamment sur son revers sud, et mes observations m'engagent à modifier sensiblement la conception orographique actuellement admise.

Je rappellerai à ce sujet que M. Paul Schnell fait commencer la chaîne à environ 60^{km} du littoral et il la limite, à l'Est, au col de Tizi n Telremt; enfin il la divise en deux parties : l'*aile occidentale ancienne* et l'*aile orientale récente*.

Cette subdivision paraît avoir été adoptée sans réserve depuis (¹).

I. *Extrémité occidentale du Haut-Atlas*. — M. Paul Schnell a été amené à distraire de la haute chaîne, à la suite des observations de l'explorateur Thomson, la partie littorale située à l'ouest du col des Bibaoun, à cause de l'âge récent (crétacé) des terrains qui s'y trouvent et aussi de l'allure régulière qui a fait distinguer par M. Brives toute cette zone atlantique sous la dénomination de *plateaux occidentaux*.

J'ai observé en bien des points, comme mon collègue d'Alger, une série de plateaux réguliers formés par une succession imposante de couches argilo-gréseuses ou marno-calcaires, dans lesquelles j'ai reconnu une série presque complète des terrains crétacés, depuis le Berriasien jusqu'au Sénonien à *Ostrea vesicularis;* mais ces plateaux et, par suite, les couches crétacées qui les constituent, sont régulièrement inclinés vers le bord de la mer, et si les plus élevés d'entre eux sont portés à plus de 1500^{m} d'altitude, ce n'est pas par suite de la situation stratigraphique de ces couches supérieures, mais en raison de leur allure.

(¹) Voir à ce sujet : Brives, *Bul. Soc. de géographie d'Alger*, 1901 à 1905; et *Bul. Soc. géolog. de France*, 4ᵉ série, t. V, 1905.

De plus, cette zone littorale est traversée par des plis parfois très accentués, qui mettent au jour des calcaires jurassiques ([1]), et sont remarquables par l'inclinaison de leur axe. Le pli du cap Tafetneh est peu incliné, tandis que ceux du cap R'ir (Ghir) et d'Agadir n Ir'ir, disparaissent dans une aire d'ennoyage occupée par l'emplacement actuel de l'Océan et par les terrains crétacés des environs d'Agadir.

L'ossature de ces plis est constituée soit par le Trias soit par des terrains primaires (Permien) qui affleurent, notamment, dans la région des Ida ou Tanan.

Enfin les plateaux crétacés disparaissent totalement en approchant de l'Asif Tamerakht, et jusqu'à la vallée du Sous on se trouve dans une région plissée ([2]).

Pour ces raisons il est impossible de distraire la zone littorale des Haha et des Ida ou Tanan du Haut-Atlas, car elle partage à la fois la composition statigraphique et la structure de ses deux versants plus à l'Est et je pense que la haute chaîne doit commencer au cap R'ir ainsi qu'il était admis autrefois ([3]).

II. *Ailes occidentale et orientale du Haut-Atlas.* — Cette division de la chaîne me paraît tout à fait légitime au point de vue *orographique :* il est indiscutable, en effet, que le col de Telouet correspond à un abaissement considérable de la chaîne. Mais M. Paul Schnell, à la suite de l'explorateur Thomson, a en outre attribué à ce col une grande importance *géognostique,* et distingué l'aile occidentale *ancienne* de l'aile orientale *récente.*

La partie de la chaîne comprise entre les cols des Bibaoun et du Telouet est formée d'un massif ancien, archéen et primaire, dans lequel M. Brives a signalé avec raison des plis hercyniens parfois orientés N20°E ([4]). Ce massif, qui forme les crêtes et les sommets les plus élevés, est entouré de tous côtés par les terrains crétacés, dont les affleurements ne semblent pas dépasser les altitudes de 1500^m à 1600^m.

A l'est du col de Telouet l'*aile orientale* est caractérisée par des crêtes de calcaires que je place dans la série jurassique. Ces calcaires sont, de même que les terrains crétacés des flancs de l'*aile occidentale,* affectés par des plissements, grossièrement parallèles à la direction de la chaîne et croisant les plis primaires sous un angle de plus de 45°; ils sont portés à des altitudes atteignant ou dépassant 2500^m, mais les profondes vallées qui séparent les arêtes aiguës qu'ils forment sont entaillées dans des terrains primaires comprenant des schistes à Graptolithes ([5]). Les arêtes jurassiques sont d'ail-

([1]) L. Gentil et P. Lemoine, *Le Jurassique dans le Maroc occidental* (*A. F. A. S.*, Congrès de Cherbourg, 1905).

([2]) Les plis jurassiques des Haha et des Ida ou Tanan impriment aux cours d'eaux de ces régions une direction à peu près normale à la côte.

([3]) Arlett (1835), *voir* Paul Schnell, *ouv. cit.,* p. 33.

([4]) Il est à remarquer la liaison qui existe entre la direction de ces plis primaires et celle des cours d'eau, déjà signalée sur le flanc septentrional de la chaîne (Thomson-Brives), et que j'ai également constatée sur le flanc sud.

([5]) Louis Gentil, *Comptes rendus,* t. CXL, 1905, p. 1659-1660.

leurs dominées par des crêtes anciennes et le Dj. Anr'mer constitue un pic imposant formé de grès rouges permiens, surmontés d'une épaisseur formidable de roches volcaniques. Enfin le flanc méridional de la chaîne, au sud de Demnat, offre un affleurement important de grès, d'argiles schisteuses et de calcaires à Crinoïdes dans lesquels j'ai découvert une remarquable faune dinantienne; et je ne serais pas surpris que cette zone carboniférienne aille rejoindre les niveaux bien connus, très fossilifères, de la zone d'occupation française, à l'est du Tafilelt.

Dans ces conditions il me paraît bien difficile d'attribuer à l'*aile orientale* du Haut-Atlas un âge récent et à l'*aile occidentale* un âge ancien. Les deux parties de la haute chaîne sont composées des mêmes terrains affectés des mêmes plissements.

M. A. Graby annonce à l'Académie qu'il est arrivé à une solution très simple du problème de la Photographie des couleurs.

M. G. van der Mensbrugghe adresse une Note *Sur le danger des poussières dans les galeries de mines.*

(Renvoi à une Commission composée de MM. Haton de la Goupillière, Michel Lévy et Zeiller.)

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 mars 1906.

La Vie des Animaux illustrée, publiée sous la direction de M. E. Perrier, Membre de l'Institut. *Les Mammifères,* par A. Menegaux; 80 planches en couleurs et nombreuses photogravures, d'après les aquarelles et les dessins originaux de W. Kuhnert. Paris, J.-B. Baillière et fils, s. d.; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. Yves Delage. Hommage de l'auteur.)

Précis de Médecine légale, par A. Lacassagne. Paris, Masson et Cie, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard. Hommage de l'auteur.)

Notes préliminaires sur les gisements de Mollusques comestibles des côtes de France. Les côtes de la Loire à la Vilaine, avec 1 carte et 2 planches, par L. Joubin. (Fascicule 59 du *Bulletin du Musée océanographique de Monaco,* 20 janvier 1906.) 1 fasc. in-8°. (Présenté par S. A. S. le Prince de Monaco.)

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. G. Darboux, E. Picard, J. Tannery; 2e série, t. XXX, janvier 1906. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Annuaire de la Société météorologique de France, Revue mensuelle; 54e année, janvier 1906. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde, de juin 1904 *à mai* 1905; Note de M. G. Rayet. Bordeaux, G. Gounouilhou, 1905; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; 5e série, t. VIII, année 1905. Angers, Germain et G. Grassin; 1 vol. in-8°.

Notes on the life history of british flowering plants, by the right hon. Lord Avebury. Londres, Macmillan et Cie, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'éclipse totale de Soleil du 30 *août* 1905. *Observations de la Mission astronomique suisse à Santa Ponza (île de Majorque),* par M. Raoul Gautier, avec la collaboration de MM. J. Pidoux, F.-A. Forel et J. Anckermann. Genève, 1905; 1 fasc. in-8°.

Les ombres volantes, observations de MM. Henri Dufour et Raoul Gautier. Genève, 1906; 1 fasc. in-8°.

Détermination de la latitude et d'un azimut aux stations Oirschot, Utrecht, Sambeek, Wolberg, Harikerberg, Sleen, Schoorl, Zierikzée, Terschelling (phare Brandaris), Ameland, Leeuwarden, Urk et Groningue; publication de la Commission géodésique néerlandaise. Delft, J. Waltman, 1904; 1 vol. in-4°.

Déterminations de la différence de longitude Leyde-Ubagsberg, de l'azimut de la direction Ubagsberg-Sittard et de la latitude d'Ubagsberg par la mesure des distances zénithales et d'après la méthode Horrebow-Talcott en 1893; publication de la Commission géodésique néerlandaise. Delft, J. Waltman, 1905; 1 vol. in-4°.

Observations météorologiques suédoises, publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède, exécutées et rédigées sous la direction de l'Institut central de Météorologie; vol. XLVI, 1904. Upsala et Stockholm, 1905; 1 vol. in-4°.

Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Seccion 2a: *Observaciones meteorologicas, magneticas y seismicas, año* 1904. San-Fernando, 1905; 1 fasc. in-4°.

Report to the Government of Ceylon on the pearl oyster fisheries of gulf of Manaar, by W.-A. Herdman; with *supplementary reports upon the Marine Biology of Ceylon,* by other naturalists. Parts III and IV; pub. by the Royal Society. Londres, 1905; 2 vol. in-4°.

United States geological Survey, vol. XLVIII: *Statuts of the mesozoic Floras of*

the United States; second paper, by LESTER-F. WARD, with collaboration of WILLIAM-M. FONTAINE, ARTHUR BIBBINS and G.-R. WIELAND. Part I : Text. Part II : Plates. Washington, Government printing Office, 1905; 2 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 MARS 1906.

Observations de nébuleuses et d'amas stellaires, par M. G. BIGOURDAN, Membre de l'Institut; tome I, 2e partie : *Observations différentielles :* $0^h\,0^m$—$11^h 0^m$. Paris, Gauthier-Villars, s. d.; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par E. MASCART, Membre de l'Institut : année 1902, II. *Observations;* année 1903, III. *Pluies en France.* Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. et 1 fasc. in-4°. (Hommage de M. Mascart.)

Traité de Chimie minérale, publié sous la direction de M. HENRI MOISSAN, Membre de l'Institut; tome V : *Métaux;* Table alphabétique des cinq Volumes. Paris, Masson et Cie, 1906; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Moissan.)

Leçons de Clinique chirurgicale, par O.-M. LANNELONGUE, Membre de l'Institut; avec 40 figures dans le texte et 2 planches en couleurs. Paris, Masson et Cie, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Précis de Diagnostic chimique, microscopique et parasitologique, par JULES GUIART et L. GRIMBERT, à l'usage des médecins, des pharmaciens, des étudiants en médecine préparant le troisième examen (deuxième partie) et des étudiants en pharmacie. Paris, F.-R. Rudeval, 1906; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Guignard. Hommage des auteurs.)

Un dernier mot sur la valeur spécifique du Vicia serratifolia *Jacquin,* par M. D. CLOS, Correspondant de l'Institut. (Extr. du *Bulletin de la Société botanique de France;* t. LII, 1905.) 1 fasc. in-8°.

Note sur l'appauvrissement des sources et sur l'influence des pluies d'hiver; Observations concernant le bassin de la Somme, par P. HOULLIER. Abbeville, 1905; 1 fasc. in-8°.

De l'origine des Pahouins, essai de résolution de ce problème ethnologique, par LOUIS FRANC. Paris, A. Maloine, 1905; 1 fasc. in-8°.

Les peintures et gravures murales des cavernes pyrénéennes Altamira de Santillane et Marsoulas, par E. CARTAILHAC et l'abbé H. BREUIL. Paris, Masson et Cie, 1905; 1 fasc. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées, 2e partie : Lois, décrets, arrêtés et autres actes concernant l'administration et le personnel des Ponts et Chaussées et documents administratifs concernant les pays étrangers; 76e année, 8e série, t. VI, 1er cahier, janvier 1906. Paris, E. Bernard; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; t. XLII, 3e série, année 1905. Troyes, Paul Nouel; 1 vol. in-8°.

(*A suivre.*)